

Czaller László

Agglomeráció és endogén térbeli növekedés

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

Témavezető:

Dr. Nemes Nagy József DSc, professor emeritus

Eötvös Loránd Tudományegyetem,

Földtudományi Doktori Iskola

Vezető: Dr. Bartholy Judit DSc

Földrajz–Meteorológia program

Vezető: Dr. Karátson Dávid DSc

Készült az ELTE Regionális Tudományi Tanszékén és a Közgazdaság- és Regionális
Tudományi Kutatóközpont Közgazdaság-tudományi Intézetében

Budapest, 2020

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. Agglomeráció, innováció és gazdasági növekedés	6
1.1. Az innováció fogalma	6
1.1.1. Invenció és innováció	7
1.1.2. Az innováció fajtái	9
1.2. Innováció és gazdasági növekedés	10
1.3. Agglomeráció és innovációs teljesítmény	17
1.3.1. Tényezőmegosztás	18
1.3.2. Munkaerő-piaci párosítás	20
1.3.3. A tudás túlszordulása	22
1.3.4. Marshalli ekvivalencia	25
2. Az endogén térbeli növekedés modellje	27
2.1. A modell felépítése	27
2.1.1. Fogyasztás	28
2.1.2. Termelés	30
2.1.3. Kereskedelem és árszínvonal	35
2.2. Általános egyensúly	36
2.3. Egyensúlyi növekedési pálya	40
2.4. A jövedelem növekedését befolyásoló tényezők	43
3. Szimuláció és előrejelzés	47
3.1. Az előrejelzés előkészítése	48
3.1.1. A területi szint kiválasztása	48
3.1.2. Kalibrálás	52
3.1.3. A szállítási költségek becslése	60
3.1.4. A technológia kezdeti szintje és lakóterületek kiterjedése	70
3.2. A szimuláció lépései	72
3.3. A modell validálása	74
3.4. A benchmark előrejelzés eredményei	83
3.5. Alternatív növekedési forgatókönyvek	96
3.5.1. Tudásáramlás változó földrajzi korlátozások mellett	97
3.5.2. Az előrejelzés érzékenysége ρ és θ változására	99
4. A kutatás eredményeinek összefoglalása	104
Felhasznált irodalom	108
A. Függelék: Matematikai levezetések és bizonyítások	125
B. Függelék: Kiegészítő ábrák és táblázatok	132
Összefoglalás	137
Summary	138

Ábrák jegyzéke

1.	A járási beosztás módosításának illusztrálása	51
2.	A lakhatási célú kiadások aránya a háztartások körében (1997–2019)	55
3.	A közúti szállítási mód részesedése a belföldi áruszállítás teljesítményéből (2002-2018)	64
4.	A közúti időbeli távolság és az áruforgalom eloszlása településpárok szerint	68
5.	A technológia kezdeti szintjének és a lakóterületek kiterjedésének becsült értékei (2007).	75
6.	Az endogén változók, illetve $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ közti korreláció	77
7.	A valós és szimulált eloszlások közti korreláció (2007-2017)	78
8.	A valós és szimulált adatokra becsült kernel-sűrűségfüggvények (2017) . . .	79
9.	A valós és szimulált adatok szórásdiagramja (2017)	80
10.	A modellszimuláció torzításainak térbeli mintázata	81
11.	A valós és szimulált járási növekedés szórásdiagramja (2007-2017)	83
12.	A technológia kezdeti szintjének és a lakóterületek kiterjedésének területi eloszlása (2017).	85
13.	A járási munkakínálat alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján.	87
14.	Az egy főre jutó jövedelem alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján	90
15.	A bérleti díjak alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján	92
16.	A termékárindex előrejelzése alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján	94
17.	A megélhetési költségek alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark mo- dell alapján	95
B.1.	Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei a benchmark modellben .	134
B.2.	Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei $\eta = 0$ mellett	135
B.3.	Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei $\eta = \infty$ mellett	136

Táblázatok jegyzéke

1.	A paraméterek választott értékei	53
2.	A ρ és θ paraméterek regressziós becslésének eredményei	60
3.	A közúti áruszállításra felírt gravitációs modell becslésének eredményei . .	69
4.	Az előrejelzett változók leíró statisztikái (2017, 2037).	88
5.	Az előrejelzés eredményei szélsőséges forgatókönyvek szerint	98
6.	Az előrejelzett változók szórása 2037-ben részlegesen korlátozott tudás- transzfer mellett.	100
7.	Az előrejelzett változók alakulása 2037-ben eltérő θ esetén.	101
8.	Az előrejelzett változók alakulása 2037-ben eltérő ρ esetén.	102
9.	A kalibráláshoz használt változók leíró statisztikái	133

Bevezetés

Az endogén növekedésmélet első modelljeinek megjelenése alapjaiban megváltoztatta a régiók növekedésével kapcsolatos tudományos gondolkodást a kilencvenes években (Capello 2016). Az új szemlélet elsajátításával a vállalatok innovációs döntéseire épülő növekedési modellek lassan kiszorították a tőkeakkumulációt előtérbe helyező hagyományos megközelítést. Amíg a régiók növekedését egészen a kilencvenes évek elejéig a zárt gazdaságokra felírt Solow-modell segítségével magyarázták,¹ a vállalati szinten érvényesülő növekvő mérethozadék és az endogén humántőke-beruházás modellezésének új technikai fogásai lehetővé tették, hogy a növekedési ütemek területi különbségeit már ne csupán a régiók eltérő adottságaival, hanem a szereplők térségeként eltérő döntéseivel magyarázzák. (Black és Henderson 1999, Eaton és Eckstein 1997, Duranton 2007, Rossi-Hansberg és Wright 2007). Az első endogén térbeli növekedési modellek képesek voltak megmagyarázni, hogy miért jönnek létre különböző méretű specializált régiók, de változatlanul zárt gazdaságokból indultak ki, így a régiók közti tényezőáramlást és a kereskedelmet nem vették figyelembe.² De Long és Summers (1991) már igen korán felhívta a figyelmet arra, hogy a térbeliség szerepének elhanyagolása a növekedés vizsgálata során már az országok szintjén is komoly hiba. A gazdaságok ugyanis nem egymástól elszigetelten léteznek, hanem folyamatos kölcsönhatásban vannak, mellyel befolyást gyakorolnak egymás állapotára és jövőbeli kilátásaira. A térbeli elhelyezkedés strukturálja a szereplők közti kapcsolatokat, ami pedig visszahat a szereplők térbeli elrendeződésére (Nemes Nagy 2009). A termelési tényezők mobilitása, a kereskedelem, illetve a tudás földrajzi diffúziója mind olyan áramlási folyamatok, melyen keresztül a gazdaságok hatást fejtenek ki egymásra, eltekinteni tőlük regionális szinten nem lehet.

A társadalom térbeliségét kutató szakemberek körében hamar felmerült annak gondolata, hogy az endogén növekedés szemléletét integrálják a szintén divatos új gazdaságföldrajz irodalmába (Ács és Varga 2002, Fujita és Thisse 2002), ami már számol a fenti térkapcsolatokkal. Az elméletek integrálására több kísérlet született, de egyik sem tudta a térbeli egyensúlyi modelleket dinamizálni. Krugman (1997) rámutatott, hogy a regionális növekedés vizsgálata során a térbeli és időbeli dimenzió egyidejű megjelenítése komoly technikai

¹A régiók növekedését magyarázó korai modellekről Henderson (1988), magyar nyelven pedig Lengyel és Rechnitzer (2004) nyújt tömör áttekintést.

²Black és Henderson (1999) például két város esetére vizsgálta a növekedés forrásait. Feltételezésük szerint a népesebb városok kedvezőbb feltételeket teremtenek a tanulásra, ami a munkavállalókat termelékenyebbé teszi. A nagyvárosok emiatt egyre vonzóbbá válnak a munkavállalók körében, ami tovább erősíti a helyben érvényesülő humántőke-externáliákat. Ez a folyamat a pozitív visszacsatolások révén eltérő méretű, de azonos ütemben növekvő városokat eredményez a rendszer állandósult állapotában. Eaton és Eckstein (1997) a régióhatárokat átívelő tudástranszfer lehetőségét is figyelembe véve hasonló elméleti következtetésre jutott. Duranton (2007) az egyes iparágakban megjelenő technológiai áttörések szerepét vizsgálta a városok növekedésének és ágazati szerkezetének átalakulásában.

akadályokba ütközik, amit nem is sikerült egyhamar feloldani. A gondot az okozza, hogy a térben szabadon mozgó és egymásra ható szereplők intertemporális döntéseinek lekövetése numerikus úton sem mindig lehetséges. Annak érdekében, hogy a szereplők időben optimalizáljanak, le kell mondani a kereskedelem, vagy a termelési tényezők áramlásának lehetőségéről. Az első dinamikus új gazdaságföldrajzi modellek például a vállalatok beruházási döntéseinek modellezése érdekében eltekintettek a munkaerő-mobilitástól (Martin és Ottaviano 1999, Baldwin, Martin és Ottaviano 2001). Később megjelentek olyan előre-mutató gazdasági szereplőkkel operáló endogén modellek, melyek megengedték a szabad tőkek mozgást, vagy a régiók közti tudástranszfert, de sem a kereskedelmet, sem pedig a munkaerő-mobilitást nem tudták megragadni (Brock és Xepapadeas, 2008, Boucekkine et al. 2009, Quah 2002).³

Desmet és Rossi-Hansberg (2004) javasolt először olyan endogén térbeli növekedési modellt, ahol a régiók gazdaságának növekedése a vállalatok innovációs döntésein alapul, és emellett figyelembe veszi a kereskedelmet, a termelési tényezők mobilitását és az interregionális tudástranszfert is. Ezt úgy tudták megvalósítani, hogy figyelmen kívül hagyták a megtakarítást, illetve olyan feltételeket építettek be a modellbe, mellyel a vállalatok dinamikus profitmaximalizálási problémája jelentősen egyszerűsíthető. Ezen a vonalon indult el Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) is, akik egy kétdimenziós euklideszi tér részhalmazán modellezték a növekedés dinamikáját. Feltételezték, hogy a folytonos tér egyes pontjain egyetlen vállalat számára van hely, amiért a potenciális termelők között minden egymást követő időperiódusban verseny zajlik. A tér egy adott pontjában az a vállalat kezdheti meg a termelést, aki a legtöbbet ígéri a működés jogáért (a helyi földterületért). Mindeközben a vállalatok döntést hoznak arról is, hogy mennyi erőforrást fektessenek az innovációba, ami termelékenyebbé teszi őket. Mivel azonban a tér folytonos, minden pont tetszőlegesen kis környezetében sok vállalat termel, akik között Bertrand-féle árverseny alakul ki. Ilyen feltételek mellett a működés jogáért folyó licit a profitot minden időszakban nullára csökkenti, ezért a vállalatok nem terveznek előre, hanem csak az adott időszakra. Ezzel az elegáns megoldással az időbeliség eltűnik a modellből, így figyelembe lehet venni a térbeli interakciók legkülönbözőbb formáit, ráadásul oly módon, hogy a modell egyensúlya minden időszakra analitikusan megoldható legyen.

Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) óriási lépést tett afelé, hogy a vállalatok döntésein alapuló endogén növekedés koncepcióját oly módon ültessük át valós földrajzi keretbe, hogy közben figyelembe tudjuk venni a régiók közti komplex térkapcsolatokat

³A szakirodalom egy másik szála a régiók növekedését befolyásoló tényezők azonosítását tűzte ki célul, melynek háttérét a tényezőáramlás lehetőségével kibővített Solow-modell adta (Egger és Pfaffermayr 2006, Ertur és Koch 2007, Pfaffermayr 2012, Gennaioli et al 2014, Czaller 2016). Bár ezek a modellek a növekedés térbeliségének egyszerre több elemét is figyelembe veszik, kénytelenek eltekinteni a kereskedelmi kapcsolatoktól.

is. Ráadásul a modell zárt alakban megoldható, ami arra is alkalmassá teszi, hogy a modell endogén változóinak (népesség, bérek stb.) területi egyenlőtlenségeit előrejelezzék, illetve felhasználják tényellentétes hatásvizsgálatok lefolytatásához. Egyetlen hátránya, hogy szerkezete meglehetősen bonyolult és csak folytonos térben értelmezhető, ami a valós adatokkal történő megfeleltetés során problémákat okozhat.

Doktori disszertációm célja egy olyan új endogén térbeli növekedési modell bemutatása, ami szintén számol a tényezőáramlással, kereskedelemmel és az agglomerációs gazdaság előnyeivel, de szerkezetét tekintve egyszerűbb, kevesebb feltételezéssel él, és tetszőleges számú diszkrét régió esetén is működik. Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) modelljében a folytonos tér előfeltétel, hiszen másképp nincs térbeli árverseny, ami viszont elengedhetetlen ahhoz, hogy a vállalatok a profitmaximalizálás során ne gondolkodjanak előre időben. Jelen dolgozatban megmutatom, hogy függetlenül a földrajzi tér jellegére vonatkozó előzetes feltevéstől, megoldható a vállalati előrelátás korlátozása. Ha a tér különböző pontjaiban (vagy a különböző diszkrét régiókban) monopolisztikusan versenyző homogén vállalatok működnek, a szabad ki- és belépés a profitot minden időpontban nullára redukálja, ezért a vállalatok jelenben hozott innovációs döntései sosem hatnak a jövőbeli profitra. Ehhez viszont szükség van az agglomerációs előnyök egyik forrásaként gyakran emlegetett lokalizált tudástranszfer hatékony működésére, ami biztosítja, hogy a vállalatok mindig hozzáférjenek a helyi „state-of-art” technológiához és a termékinnováció a régióon belül minden vállalat esetén közel azonos ütemben történjen. Az agglomerációs gazdaság tehát nem exogén tényezőként, hanem strukturálisan épül be a modellbe.

A dolgozatban javasolt schumpeteri növekedésen alapuló megközelítés egy olyan egyszerűen kezelhető modellhez vezet, ami Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) modelljével izomorf és alkalmassá tehető előrejelzésre, illetve szakpolitikai beavatkozások hatásainak tényellentétes vizsgálatára is. Talán utóbbi két szempont az, ami dolgozatomat a tudományos szférán túl a szélesebb szakmai közeg számára is hasznossá teheti, hiszen amellett, hogy egy kurrens tudományos problémára javasol megoldást, hasznos input lehet a szakpolitika számára is. Az utóbbi időben egyre inkább növekszik az igény olyan modellek kialakítására, melyek az Európai Unió Kohéziós politikájának tervezéséhez és a lehívott források elköltésének utólagos hatásértékeléséhez nyújt segítséget az országosnál alacsonyabb területi szinteken. Az általános egyensúlyi makromodellek azért alkalmasak hatásvizsgálatok megalapozására, mert a különböző gazdasági szereplők egyéni viselkedését leíró közgazdasági elméleten alapulnak, így figyelembe veszik a szereplők reakcióit is a gazdasági környezet megváltozására.⁴ Jelenleg a regionális szintű hatásértékelés jellemzően valamilyen SCGE modell segítségével zajlik (pl. a GMR-Európa modell), melyek fejlesztésében komoly hazai érdekeltség is van (Járosi et al. 2010, Varga et al. 2013, Varga,

⁴Másképpen fogalmazva, ezekre a modellekre nem érvényes a Lucas-kritika.

Járosi és Sebestyén 2014). Ezek a modellek a szakpolitikai beavatkozásokat a teljes tényezőtermelékenységen (TFP) keresztül építik be a modellbe, ami az SCGE modellblokkban fejt ki hatását regionális szinten, egy DSGE modellen keresztül pedig közvetve makroszinten. Az időbeli léptetés a DSGE modellblokk dolga, amit a makroszinten számolt termelési tényezők (tőke és munkaerő) regionális szétosztása követ a beavatkozások által generált TFP-változás térbeli mintázata szerint. Ettől az általam javasolt modell annyiban tér el, hogy kizárólag egyetlen szektort tartalmaz, cserébe zárt alakban megoldható, illetve a növekedést közvetlenül régiós szinten számolja.

A gyakorlati alkalmazhatóság szemléltetésére a modellt hazai adatok segítségével járási szintre kalibrálom, majd a validálás után előrejelzést készítek néhány modellbeli változó területi különbségeinek alakulásáról 2037-re. Az előrejelzést egy benchmark és több alternatív forgatókönyv mellett is megismétlem, melyekből az agglomerációs hatások és a tudástranszfer területi hatásaival kapcsolatban több fontos elméleti következtetés is levonható. Annak illusztrálásától, hogy a modell miként alkalmazható hatásvizsgálatok lefolytatására, jelen dolgozat keretein belül eltekintek. Remélem, hogy a későbbiekben lehetőségem nyílik a modellt „élesben” is kipróbálni szakpolitikai kérdések megválaszolására.

A doktori disszertáció a bevezetésen kívül három fejezetből áll. Az első fejezet célja, hogy áttekintést adjon az endogén térbeli növekedés modellezése során figyelembe vett általános és területi folyamatokról, és rendszerezze a modellezés során használt fogalmakat. Tekintve, hogy a modellemben a növekedés elsődleges forrása a vállalatok innovációs erőfeszítései nyomán bővülő technológia, a fejezet az innováció értelmezési lehetőségeivel indul. Rámutatok, hogy az innováció jelentéstartalma meglehetősen szerteágazó, ezért nem mindegy, hogy mit értünk innováció alatt, kiváltképp egy absztrakt modell keretein belül. Az innováció fogalmának körbejárása után azokkal a növekedést magyarázó elméletekkel foglalkozom, melyek a saját modellem szemléletének kialakítását ihlették. Ebben a részben a technikai részletek tárgyalása nélkül sorra veszem az endogén növekedéselmélet különböző megközelítéseit, különös tekintettel Romer (1990) modelljére, illetve a schumpeteri növekedés különböző típusaira (Aghion és Howitt 1992, Grossman és Helpman 1991, Young 1998). Ezt követően az innováció térbeliségével foglalkozom, ezen belül is főleg az agglomeráció és az innovációs teljesítmény összefüggéseivel. Amellett érvelek, hogy a gazdasági tevékenységek földrajzi koncentrációjából származó külső gazdasági hatások – vagy másként agglomerációs előnyök – kiemelten fontosak a vállalat innovációs teljesítménye szempontjából, ezért az endogén növekedéselmélet térbeli kiterjesztése során figyelembe kell venni őket. Az agglomerációs előnyök kapcsán említést teszek a rendelkezésre álló empirikus bizonyítékokról, illetve arról is, hogyan érdemes ezeket a hatásokat beépíteni a formális (makro)modellekbe.

A második fejezetben kerül sor a modell bemutatására, ami a gazdasági szereplők viselkedésének, az általános térbeli egyensúly feltételeinek ismertetésével kezdődik. Ezt követően megvizsgálom az egyensúlyi növekedés (vagy állandósult állapot) feltételeit, illetve következményeit a régiók növekedési ütemére. A fejezet meglehetősen technikai, de a modellből leszűrt állítások bizonyításait nem tartalmazza. Mivel a modell szerkezete ezek nélkül is érthető, a bizonyításokat azok magasabb szintű matematikai ismeretigénye miatt a függelékben vezetem le.

A harmadik fejezetben bemutatom, hogyan alkalmazható a modell a területi egyenlőtlenségek előrejelzésére. Első lépésben specifikálom azt a területi felosztást, mely véleményem szerint a legjobban illeszkedik a modell belső szerkezetéhez és logikájához. A területi szint kiválasztása egyáltalán nem triviális kérdés, ehhez számos szempont óvatos mérlegelésére van szükség. Attól függően, hogy a végső fogyasztásra szánt javak esetében milyen piacokat feltételezünk, a munkaerő-mobilitás mely típusait modellezzük (pl. vándorlás, ingázás), többféle területi szint és térfelosztás szóba jöhet. A területi lépték kiválasztását a kalibrálás követi, ami a modell paraméterek megválasztását jelenti. A feladat során arra törekszem, hogy a választott paraméterek a lehető legjobban illeszkedjenek a hazai területi folyamatok hosszú távon megfigyelt stilizált tényeihez. A kalibrálás során egyszerre többféle módszert alkalmazok, bizonyos paramétereket makrostatisztikák vagy saját ökonometriai becslés segítségével határozok meg, viszont vannak olyanok, melyekhez korábbi becslések eredményeit használom fel. Ezt követi a szállítási költségek becslése, amihez a belföldi közúti teherforgalom célforgalmi mátrixait, illetve az OpenStreetMap elérhetőségi adatait használom fel. A szállítási költségek ismeretében a modell elvont változóit határozom meg, majd sor kerül a modell valós adatokon történő validálására. Az előrejelzés csak ezután következik, amit többféle alternatív forgatókönyv mellett végzek el. Az egyes forgatókönyvek különböző paraméterkombinációkat jelentenek, melyekből következtethetünk a paraméterek által vezérelt folyamatok hosszú távú területi hatásaira.

A dolgozatot a modell elméleti megállapításainak, illetve az előrejelzés eredményeinek összefoglalása zárja.

1. Agglomeráció, innováció és gazdasági növekedés

Az endogén térbeli növekedés modellezése során számos olyan fogalom előkerül, melyek pontos jelentéstartalma nem egyértelmű és ezért meghatározásuk az alkalmazott tudományos megközelítéstől függően eltérő lehet. A fejezet célja, hogy rendszerezze a térbeli növekedési modell felépítése során használt fogalmakat, illetve áttekintést nyújtson az innováció, a vállalatok közti tudástranszfer, a tényezőáramlás, illetve regionális növekedés összefüggéseiről. A fejezet három részre tagolódik. Az első részben az innovációval foglalkozom, rámutatva a fogalom sokrétű jelentéstartalmára, illetve arra, hogy az endogén növekedésemélet az innováció mely típusára helyezi a hangsúlyt a modellek formalizálása-kor. Az innováció fogalmának tisztázása esetünkben azért kiemelten fontos, mert innováció különböző forrásból származhat, és sokféle tevékenységet takarhat, így növekedésre gyakorolt hatásuk is sokrétű. Annak tisztázása, hogy mit értünk innováció alatt, a modellből származó pozitív következtetések, illetve a szakpolitikai javaslatok megfogalmazása során válik igazán fontossá. Ezt követően az endogén növekedésemélet innovációalapú megközelítésével foglalkozom, célorientáltan csak azokat a témaköröket kifejtve, melyek a térbeli növekedési modellemet koncepcionálisan megalapozzák. Ennek megfelelően nem célom az endogén növekedésemélet kiterjedt irodalmának áttekintése, ehhez Aghion és Howitt (2009), Barro és Sala-i-Martin (2004) illetve magyar nyelven Valentinyi (1995) összefoglaló munkáit ajánlom. Végül, a szakirodalmi áttekintés utolsó harmadában azokkal a formalizált elméletekkel foglalkozom, melyek az innovációt megalapozó $K+F$ tevékenység erőteljes földrajzi koncentrációját magyarázzák. Carlino és Kerr (2015) érvelését követve az érintett elméleteket a feltárt hatásmechanizmusok jellege alapján csoportosítom, így külön tárgyalom a specializált beszállítók és az oszthatatlan termelési tényezők közös használatán (sharing), a hatékony párosításon (matching), illetve a tudás túlsordulásán (knowledge spillover) alapuló magyarázatokat. A fejezet legvégén azt tárgyalom, hogy a fenti mechanizmusok a marshalli ekvivalencia elvén hogyan illeszthetők be egyszerűen az endogén térbeli növekedési modellekbe.

1.1. Az innováció fogalma

Az innováció fogalmának minden részletet kielégítő meghatározása korántsem egyszerű feladat. Az innováció folyamatának tartalmát sokan, sokféleképpen próbálták megragadni, melynek eredményeként számos olyan fogalom-meghatározás került a köztudatba, melyek eltérő irányból közelítik a kérdést és olykor ellent is mondanak egymásnak (Gordon és McCann 2005). Innováció alatt általában új termékek és szolgáltatások, újszerű vezetési-szervezési módszerek és termelési eljárások bevezetését értik, melyek magukban hordozzák az üzleti siker ígéretét. Ez a felfogás abból a szempontból vitatható, hogy túlságosan a pi-

aci hasznosításra helyezi a hangsúlyt, miközben a technológiai újdonságok a kormányzati (pl. közigazgatás, oktatás, egészségügy) és a nonprofit szférában is egyaránt hasznosulhatnak (Swann 2014). Sokan az innovációs folyamat szerves részének tekintik az invenciót is, ami sokszor arra a téves következtetésre vezet, hogy az innováció kizárólagos forrása a vállalatok kutatórészlegein és az akadémiai szféra berkein belül végzett K+F tevékenység. Ezzel szemben az innováció gyakran köthető műszaki tevékenységhez (engineering, design), gyakorlati problémák megoldásához, piackutatások eredményeihez, jól artikulált fogyasztói igényekhez, felhasználói ötletekhez, lelkes amatőrök tevékenységéhez, illetve különböző területekről érkező szakemberek (spontán) együttműködéséhez (von Hippel 1988, Kline és Rosenberg 1986, Lundvall 1992, Havas 2014).

Az innováció tehát többféle forrásból származhat, és az üzleti szférán kívül is számos területen hasznosulhat. Emiatt egyáltalán nem közömbös, hogy a kutatók és elemzők mit értenek innováció alatt: milyen folyamatokat és tényezőket vesznek figyelembe az elméletalkotás során, mit állítanak az innováció hasznosulásának módjáról, majd ebből milyen szakpolitikai üzeneteket fogalmaznak meg a döntéshozók számára. Mivel a dolgozatban vázolt térbeli növekedési modell egyik kulcseleme a vállalati innovációt megalapozó döntési mechanizmus formalizálása, érdemes először röviden kitérni arra, hogy mit értünk innováció alatt és milyen innovációtípusokat különböztetünk meg. Nem törekszem a szakirodalom teljeskörű feldolgozására, a következő összefoglalás erősen szelektált abban az értelemben, hogy kizárólag azokat a kérdésköröket említi, amelyek a későbbiekben bemutatott modell innovációértelmezése szempontjából megítélésem szerint fontosak.

1.1.1. Invenció és innováció

Az innováció elméletének alapjait Schumpeter (1939) rakta le, aki az innovációs folyamat lényegét a termelési tényezők újszerű kombinálásában jelölte meg. Az új kombinációk a gazdasági erőforrások és a meglévő tudásbázis újfajta egyesítését, illetve az erőforrások megszokottól eltérő alkalmazását jelentik. Schumpeter egyértelműen elkülönítette az invenció (feltalálás, felfedezés) és az innováció fogalmait (Schumpeter 1939, 84. o.):

„A találmány elkészítése és az ahhoz kapcsolódó innováció kivitelezése gazdasági és szociológiai értelemben két teljesen különböző folyamatot jelölnek. Jóllehet a két tevékenységet gyakran ugyanaz a személy végzi, de ez pusztán véletlen egybeesés, ami korántsem befolyásolja a fenti különbségtétel megalapozottságát. Azok a feltalálók esetében intellektuális, illetve a találmányt innovációvá alakító üzletemberek esetében az akarat véghezviteléhez szükséges adottságok, illetve eljárások, melyek a két folyamatot működtetik, különböző szférákhoz köthetők.”

Ebben az értelmezésben az invenció akkor tekinthető az innovációs folyamat részének, ha gyakorlati alkalmazásra kerül. Az invenció önmagában csak felfedezést, egy ötlet kidolgozását jelenti, ami nem feltétlenül jut el a kommercializálásig. Számos találmány kerül szabadalmaztatásra, de ezeknek csak egy része kerül végül piaci bevezetésre. Léteznek olyan – főleg tudományos – invenciók, melyeknek kifejezetten hosszú a gesztációs periódusa, emiatt csak időben megkésve hasznosulnak a gyakorlatban, illetve vannak olyan találmányok is, melyek soha nem kerülnek alkalmazásra. A hagyományos schumpeteri értelmezés szerint ezeket nem tekintjük önálló innovációnak, ellentétben azokkal az újdonságokkal, melyek háttérben nem állnak szabadalmaztatott találmányok, de mégis eljutnak a piaci bevezetésig. Ezt a megközelítést tükrözi az Oslói Kézikönyv innováció-meghatározása (OECD 2005, 31. o.):

„Az innováció egy teljesen új, vagy jelentősen továbbfejlesztett termék (áru, vagy szolgáltatás), eljárás, új marketingmódszer, vagy szervezési eljárás bevezetése az üzleti gyakorlatban, munkahelyi szervezetben vagy a külső kapcsolatokban”,

illetve a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról szóló 2014. évi LXXVI. törvény meghatározása is a 3. § (1) helyen:

(az innováció) „egy új vagy továbbfejlesztett termék vagy folyamat, vagy ezek kombinációja, amely jelentősen különbözik a jogi formájától vagy finanszírozási módjától függetlenül az adott szervezet korábbi termékeitől vagy folyamataitól, és amelyet termék esetén a potenciális felhasználók számára elérhetővé tettek, vagy amelyeket folyamat esetén a szervezet használatba vett (...).”

Schumpeter egyértelmű elhatárolása ellenére az invenciót számos szakember tekinti az innovációs folyamat részének. Sokan azzal érvelnek, hogy az invenció és innováció között nincsen éles határvonal, inkább egymás kiegészítőinek tekinthetők (Scherer, 1986). Ez a megközelítés azt sugallja, hogy az innováció két szakaszra bontható: i.) az új ötletek kibontakozása és ii.) az ötletek gyakorlati hasznosulása. A két fogalom közti homályos határvonal ellenére az innováció földrajzának kutatása szükségessé teszi az invenció és az innováció közti különbségtételt (Carlino és Kerr 2015). A régiók gazdasági fejlődése nagyban függ attól, hogy a helyi szereplők ötleteiből létrejönnek-e új termékek, vagy a gyakorlatban alkalmazható vezetési-szervezeti formák. Hiába van jelen az alkotókészség és az invenció alapját képező lelemény, ha az ötletek a megfelelő szereplők, vagy a tőke hiányában nem jutnak el a piaci hasznosulásig. Hiába szólnak tehát érvek az invenció és az innováció fogalmainak összemosása mellett, a térgazdasági elemzések során célszerűbb, ha egy szűkebben vett értelmezéssel élünk, ami - a hagyományos schumpeteri megközelítésnek megfelelően - az újdonságok piaci hasznosulására koncentrál.

1.1.2. Az innováció fajtái

Az innováció számtalan formát ölthet. A vállalatok innovációs erőfeszítéseinek eredményeként létrejöhetnek új kézzelfogható termékek (pl. egy jobb képminőségű televízió, vagy egy gyorsabb CPU), illetve olyan absztrakt, nem kézzelfogható dolgok, mint egy számítógépes szoftver, egy új szolgáltatás, vagy egy üzleti szervezési mód. A tapasztalati munkák egy része ezeket sokszor összemossa, pedig a különböző innovációtípusok háttérében más mechanizmusok működnek, és eltérő hatással bírnak a társadalom és gazdaság működésére (Carlino és Kerr 2015).

Az innovációkutatók gyakran tesznek különbséget a járulékos (incremental) és a radikális innovációk között (Buzás 2007). A járulékos innováció, melyet ritkán Usher-féle innovációnak is neveznek, olyan kisebb változásokat takar, melyek a termelékenység növekedését és a költségek csökkentését célozzák oly módon, hogy a termelési folyamatban egy feladatot, vagy komponenst egy másikkal váltanak ki, vagy vannak össze (Usher 1929). Ez az innováció sokszor nem igényel előzetes K+F beruházást, de előfeltétele a munkavégzés során felhalmozott tapasztalat és a kísérletezés.⁵ Ezzel szemben a radikális (vagy schumpeteri) innováció a hagyományokkal történő teljes szakítást jelenti egy úttörő technológia vagy termék bevezetése révén. Ezek az innovációk felváltják a régi termelési módokat, olykor régi termékeket és szolgáltatásokat tesznek feleslegessé (Christensen 1997).⁶

Schumpeter (1939) az innovációs folyamat jellegét annak lehetséges kimeneteivel határozta meg. Eszerint innovációnak minősül minden, ami i.) új termékhez, vagy ii.) eljáráshoz vezet, iii.) új erőforrások, vagy nyersanyagok kiaknázását célozza, iv.) új piacokat tár fel, vagy v.) valamilyen üzleti-szervezeti formát eredményez (Schumpeter 1939, Inzelt 1998, Buzás 2007). Ezek közül a szakirodalom kiemelten kezeli a termék- és folyamatinnováció típusait (Cohendet és Klepper 1996). A termékinnováció a fogyasztók körében még nem ismert javak bevezetését, illetve már létező termékek új minőségben történő előállítását jelenti, míg a folyamatinnováció még nem ismert, új termelési módok alkalmazását fejezi ki. Ez az osztályozás Gordon és McCann (2005) szerint azért vitatható, mert sokszor az egyikből következik a másik. Ami egy cég számára egy új termék bevezetése, az egy másinak egy új termelési folyamat bevezetését jelentheti. Ahhoz, hogy egy merőben új terméket dobjanak piacra, a termelési módot is meg kell változtatni, illetve a termelési eljárások sikeres alkalmazása nem egyszer eredményezi új termékek és szolgáltatások megjelenését. Ha a kérdést a mikroökonómia oldaláról közelítjük, egyáltalán nem mind-

⁵A járulékos innováció egy szemléletes példája az elektronikus gyújtás, ami kiváltotta a hagyományos mechanikai elven időzített gyújtást az Otto-motorokban.

⁶Ennek kiváló példája a gyenge villamos jelek erősítésére, jelek kapcsolására és feszültségstabilizálásra használt tranzisztor, ami nélkül elképzelhetetlen lett volna a személyi számítógépek elterjedése, a digitális fényképezés, és számtalan elektronikus eszköz (pl. rádiók, mobiltelefon) méretének jelentős csökkentése.

egy, hogy a folyamatinnováció a termelési tényezők eltérő kombinálását, vagy a termelési függvény megváltozását jelenti-e, illetve ennek eredményeként egyáltalán beszélhetünk-e új termék megjelenéséről (Morroni 1992). Attól függően, hogy melyik esetről beszélünk, az innováció különböző hatást fejt ki a piacokra. A termelési függvény megváltozása új termék megjelenése nélkül egyaránt előidézhethet a vállalatok árazási döntéseit, illetve a kibocsátás mennyiségén alapuló oligopolisztikus versenyt, az új termékek megjelenése pedig – a közeli helyettesítők lététől függően – eredményezhet minőségi versenyt, vagy akár teljes monopolhelyzetet is (Beath és Katsoulacos 1991).

A termék és a termelési folyamat szétválasztásával szoros összefüggésben beszélhetünk olyan törekvésekről, melyek az új tudás feltárását célozzák, illetve olyanokról, melyek már létező, mások által sikeresen alkalmazott technológiák kiaknázásán alapulnak (Akçigit és Kerr 2018). Az első típus eredménye általában egy új, vagy magasabb minőségű termék vagy szolgáltatás bevezetése, míg a második a termelés módját teszi hatékonyabbá. Annak érdekében, hogy a vállalatok a lehető legnagyobb versenyelőnyre tegyenek szert, mindkét innovációs tevékenységet egyszerre folytatják, miközben technológiai externáliák is hatnak rájuk.

Az innováció tehát egy meglehetősen összetett folyamat, melynek eredményei és társadalmi hatásai is különbözőek attól függően, hogy az innováció számos működési mechanizmus közül éppen melyikről beszélünk. Az innováció földrajzi vonatkozásaival foglalkozó elemzések általában a folyamat egyetlen mozzanatára, vagy egy bizonyos innováció-típusra összpontosítanak, figyelmen kívül hagyva azt, hogy az egyes típusok közti éles elhatárolás sokszor torzított eredményekhez, vagy azok helytelen értelmezéséhez vezet. Ez a jelenség korántsem kívánatos, de a téma összetettségéből fakadóan sajnos elkerülhetetlen. Tekintve, hogy az innovációs folyamat matematikai formalizálása már önmagában is kihívás, nem beszélve egy olyan modellkeretről, amely az időbeli mellett a földrajzi dimenziót is figyelembe veszi, a továbbiakban magam is egy szűk innováció-fogalom mentén gondolkodom. Ehhez az endogén növekedéseméletben elterjedt megközelítést választom.

1.2. Innováció és gazdasági növekedés

Schumpeter (1939) a gazdasági növekedés legfontosabb mozgatórugójaként a vállalati innovációt nevezte meg. Úgy gondolta, hogy a fejlődést azok az innovatív vállalkozások generálják, akik az „alkotó rombolás” révén új termékeket vezetnek be, illetve hozzájárulnak a termelés technológiai feltételeinek javításához. Később hasonló álláspontra jutott Solow (1957) is, aki bár a technológiai haladás természetét nem vizsgálta, de megmutatta, hogy a tőke felhalmozása önmagában nem elégséges az egy főre jutó kibocsátás tartós növekedésének fenntartásához. A fejlődéshez szükség van a teljes tényezőtermelékenységre

javulásához is, melynek elsődleges forrásaként a technológiai haladást nevezte meg. A korszak prominens neoklasszikus közgazdászai közül talán Simon Kuznetz fogalmazott a legegységértelműbben a technológia szerepéről, amikor az állította, hogy

„a XIX. század óta a fejlett országokban tapasztalt gazdasági növekedés legfőbb forrása a tudományos haladás - többek között az elektronika, a belső égés, a részecskefizika és a biológia területein.” (Kuznetz 1966, 10. o.)

Az első közvetlen bizonyítékokat az innováció és a növekedés összefüggéseire gazdaságtörténeteszek szolgáltatották. Landes (1969 [1986]) szerint az ipari forradalom létrejöttéhez nagyban hozzájárult, hogy a XVII. század második felétől Angliában a királyi előjogok visszaszorultak és előtérbe került a magántulajdon fokozott védelme, ami később kiterjedt a szellemi tulajdon különböző formáira is. Enélkül nem jöhettek volna létre azok a technológiai vívmányok, amelyek aztán a XIX. századtól forradalmasították az ipari termelést. Ezzel párhuzamosan a vállalatok egyre több erőforrást fordítottak tudományos kutatásra, kiépültek az első együttműködések az egyetemek és a piaci szereplők között, egyes nagyvállalatok, mint pl. a General Electric, az Eastman Kodak vagy az AT&T kutatóintézeteket szponzoráltak (Wright 1999). Ebben a folyamatban a kormányzatok is részt vállaltak, akik a XIX. század második felétől kezdték támogatni az alap- és alkalmazott kutatást (Mokyr 2002). Az innováció növekedést serkentő hatásait több korai vállalati szintű elemzés is alátámasztotta (Bresnahan 1986, Mansfield et al. 1977). Állításuk szerint ugyanis az ipari kutatásra fordított tőke az újonnan bevezetett termékek értékesítésekor többszörösen megtérül.

Ezek a bizonyítékok, illetve az újonnan megjelenő nemzetközi adatbázisok – különösen az International Comparison Program (ICP) kezdeményezés nyomán született Penn World Table, illetve a Maddison-féle történeti adatbázis – arra késztették a kutatókat, hogy a növekedés formalizálása során a technológiai haladást kezeljék endogén tényezőként (Helpman 2004). Erre azonban egészen a nyolcvanas évekig kellett várni.⁷

Az endogén növekedésemélet kialakulása voltaképpen a technológiai tudás természetéről alkotott nézetek megváltozásának eredménye. Sokáig úgy tartották, hogy a tudás közjóság, hiszen a többi termelési tényezővel szemben itt nem áll fenn sem kizárhatóság, sem pedig rivalizálás. Vagyis nem akadályozhatjuk meg, hogy az emberek a tudáshoz hozzáférjenek, és attól, hogy valaki már rendelkezik bizonyos ismeretekkel, attól az még más számára is hozzáférhető marad. Közgazdasági értelemben a tudás átadása nem jár költségekkel, ráadásul azonnal végbemegy a gazdaság összes szereplője között, a tudás

⁷Az első nagyobb tudományos áttörésre azért kellett több évtizedet várni, mert a hetvenes években a racionális váracozások, a hatékony monetáris politika és a rövid távú ingadozások (új-keynesiánus magyarázatok, RBC-modellek) elvonták a közgazdászok figyelmet a növekedés kérdéséről (Helpman 2004).

korai megszerzése sosem okoz ideiglenes versenyelőnyt, sem információs aszimmetriát. Ez a nézet azonban ellentmond a valós megfigyeléseinknek. Ha a tudás valóban rendelkezne a közjóságok tulajdonságaival, a vállalatok elvben nem lehetnének az innováció forrásai, hiszen a tudástermelésbe fektetett erőforrások nem térülnének meg számukra, így semmi sem ösztönözné őket az innovációra. A tudás közjósággként és ebből fakadóan külső adottsággként való felfogása szükséges előfeltétele annak, hogy a gazdasági növekedést kompetitív körülmények között modellezhessük, ugyanis ha a vállalatok képesek visszatartani a tudást, az ideiglenesen piaci előnyhöz juttatja őket, ami torzítja a tökéletes versenyt (Grossman és Helpman 1994, Romer 1990, 1994, Jones 2005).

A vállalatoknak lehetőségük van arra, hogy saját innovációs törekvéseik eredményeit visszatartsák, az új ismeretek birtoklásából kizárjanak másokat és ezzel tudatosan korlátozzák a tudás szabad áramlását. A szellemi tulajdon védelmének állami szabályozása például lehetőséget kínál a vállalatoknak, hogy találmányaikat szabadalomként hozzák nyilvánosságra. Ez feljogosítja őket arra, hogy meghatározott ideig megtiltsák másoknak a találmány használatát, előállítását vagy értékesítésre történő felajánlását.⁸ Egy másik lehetőség a tudás üzleti titoknak való minősítése, ami így nem kerül nyilvánosságra. Bármelyik megoldást választja a vállalat, a tudás birtokában piaci előnyökhöz juthat a versenytársakkal szemben. Egy új termelési mód alkalmazásával termelékenyebbé válhat, egy jól eltalált termékinnovációval pedig új fogyasztói köröket célozhat meg.

A helyzetet tovább bonyolítja az is, hogy bár a kodifikált tárgyi tudás elvi szinten mindenki számára elérhetővé tehető, a munkatapasztalat, az összetett problémák megoldásának képessége, illetve a hallgatólagos tudás az emberek fejében rejlik. A munkavállalók véges száma és korlátozott mobilitása miatt a munkaerő, mint termelési tényező erősen rivalizáló, tehát nem áll rendelkezésre egyformán minden vállalat számára. A képzett munkavállalók megszerzéséért komoly verseny folyik a vállalatok között, hiszen a legjobbak alkalmazásával megspórolható a betanítás költsége, nem beszélve arról, hogy a tapasztalatok beágyazódásával kialakuló hallgatólagos tudás is csak a munkatársak közti együttműködés és személyes kontaktus útján adható át. A képzett munkavállalók foglalkoztatása tehát szintén komoly versenyelőnyök forrása lehet (Romer 1990).

A vállalati innováció és a tudás korlátozott áramlása növekvő mérethozadékokat eredményez, ami tökéletes verseny mellett nem modellezhető. Solow tulajdonképpen azért ruházta fel a technológiai tudást a közjóságok tulajdonságaival, mert ezzel a versenyelőnyöket okozó növekvő mérethozadék formalizálásának technikai nehézségeit egyszerűen kiküszöbölhette. A vállalati innováció modellezésének nehézségét az okozza, hogy az

⁸A szabadalom a szellemi tulajdon védelmének egy formája, ami birtokosának speciális jogosítványokat nyújt, de ettől még közgazdasági értelemben nem nevezhető monopóliumnak. Kizárólag akkor hoz létre monopóliumot, ha a szabadalom tulajdonosa által termelt javaknak nincs közeli helyettesítője.

Euler-tétel értelmében, ha a termelési függvény elsőfokon homogén, a termelési tényezők a határtermék alapján történő kifizetése kimeríti az előállított termékek értékesítéséből származó bevételt, így nem marad semmi az innovációs erőfeszítés ellentételezésére. Ha a tudást mégis kompenzálnák, a többi rivalizáló termelési tényező közül valamelyiket a határterméke alatt kellene kifizetni. Arrow (1962) és Sheshinski (1967) ezt a problémát úgy kívánták orvosolni, hogy a tudást egy olyan externáliaként fogták fel, ami a tőkeakkumuláció során szerzett a szakmai tapasztalatszerzés (learning by doing) mellékterméke. Jóllehet ez a megközelítés a maga módján megoldotta a technológiai haladás endogenizálásának problémáját, de továbbra is azt feltételezte, hogy a tudás közjóság, a technológiai haladás pedig független a vállalatok tudatos innovációs tevékenységétől.

Az első olyan modell, ami a gazdasági növekedést az innovációhoz kötötte, Paul Romer munkássága nyomán látott napvilágot. Romer (1990) a vállalatok szintjén jelentkező növekvő mérethozadék problémáját úgy hidalta át, hogy a tökéletes verseny árelfogadó vállalatainak helyébe olyanokat állított, melyek piaci erejüket latba vetve maguk alakítják termékeik árát. Ezt a monopolisztikus verseny koncepciójának beemelásával érte el, ami előzőleg Dixit és Stiglitz (1977), illetve Ethier (1982) nyomán terjedt el a közgazdaságtan legkülönbözőbb szakterületein. Romer (1990) endogén növekedési modellje a valós megfigyelésekhez illeszkedő, elegáns megoldása a növekvő mérethozadék problémájának. A modell lényege, hogy a végső fogyasztásra szánt termékeket a munkaerő mellett olyan köztes javak segítségével állítják elő, melyeket egy-egy monopolisztikusan versenyző cég gyárt. Ezek a vállalkozók szüntelen ötletek után kutatnak, melynek eredménye egy-egy új termékváltozat, melynek előállítására a sikeres innovátorok kizárólagos jogot szereznek. Ezt a termékváltozatot az előállító olyan árréssel értékesíti, hogy végül nyereséget könyvelhessen el, ami ösztönzőleg hat az innovációs tevékenység folytatására.⁹ Az elérhető termékváltozatok számát a múltbeli tudásállomány és a $K+F$ -ben foglalkoztató munkavállalók határozzák meg. Ennek megfelelően, ahogy növekszik a technológia és a $K+F$ foglalkoztatás, egyre több köztes termékváltozat előállítására nyílik lehetőség, melyek a köztes javak piacából egy kis szeletet hasítanak ki, miközben növelik is annak méretét.

Aghion és Howitt (1992) az endogén technológiai fejlődést az „alkotó rombolás” schumpeteri elve mentén vizsgálták, ami annyit jelent, hogy az új, innovatív cégek belépésével a kevésbé hatékony cégek megszűnnek. Az innovatív vállalatok új termékei a forgalomban lévő régebbi termékek tökéletes helyettesítői, csak éppen jobb minőséget képviselnek, vagy olcsóbban állíthatók elő. Minél jobb egy termék minősége, annál na-

⁹A korai előzmények közül koncepcionálisan talán Nordhaus (1969) modellje állt a legközelebb ahhoz, amit Romer felírt. Ebben a modellben Nordhaus a tudást változatlanul közjóságnak tekintette, de lehetőséget biztosított arra, hogy a tudást a feltaláló bizonyos ideig visszatartsa és ezzel ideiglenesen monopolhelyzetbe kerüljön saját találmányának piacán. Ennek eredményeként állandósult állapotban a gazdaság a népesség növekedésével arányos ütemben bővül.

gyobb rá a kereslet, ezért mindig a legmagasabb minőségű termékeket gyártó vállalatok dominálják a piacot. Romer (1990) modelljével ellentétben itt az új termékek megjelenése nem befolyásolja a piac méretét (a termékek száma jellemzően adott), de a minőségi fejlődés lehetőséget nyújt arra, hogy jobb termékek gyártói megkaparintsák versenytársaik piacait. Az elavult termékeket gyártók végül kiszorulnak a piacról és megszűnnek. Hasonló elven alapulnak Grossman és Helpman (1991), valamint Segestrom, Anant és Dinopoulos (1990) modelljei is, melyekben a K+F beruházással arányosan növekszik annak valószínűsége, hogy az innovációs folyamat az új termék sikeres piaci bevezetésével zárul. Young (1993) az innovációs tevékenységet övező bizonytalanságot úgy ragadta meg, hogy az innováció sikerét a kutatás-fejlesztésre fordított erőfeszítések mellett a tömeggyártás terén szerzett tapasztalatoktól tette függővé. Ennek eredményeként az új belépők csak akkor válhatnak a piac domináns szereplőjévé, ha a gyártási tapasztalatok hiányát magas K+F ráfordítással ellensúlyozzák.

A schumpeteri növekedési modellek dinamikáját az utóbbi években számos tanulmány vizsgálta és kötötte össze a vállalati szintű elemzések tapasztalataival.¹⁰ A vállalati dinamika, az aggregát növekedés és a kereskedelem témaköreinek összekapcsolásában többek között Klette és Kortum (2004), Atkeson és Burstein (2010) illetve újabban Akcigit és Kerr (2018) emelhetők ki.

Az endogén növekedés első generációs modelljei, úgy, mint Romer (1990), Aghion és Howitt (1992), Grossman és Helpman (1991), illetve Segestrom et al. (1990) abban a tekintetben hasonlóak, hogy a tudás tulajdonságai közül a rivalizálás hiányát megtartják, ami jelentős skálahozadékkal jár. Ennek érzékeltetésére vegyük az új Volkswagen Beetle példáját: Nyilvánvaló, hogy az új dizájn és a műszaki fejlesztés rendkívül magas induló költséget jelentett a Volkswagennek, az első autó legyártása és tesztelése emiatt sokkal többbe került, mint a soron következő darabok. Ez abból következik, hogy az új VW Beetle gyártásához szükséges tudás nem rivalizáló, így sokszor felhasználható. A tömeggyártás során azonban rivalizáló termelési tényezőket (pl. munkaerő, tőke stb.) használnak fel állandó mérethozadék mellett, ugyanakkor a kutatás induló költségét, illetve a gyártás során felhasznált termelési tényezők költségeit egybevetve növekvő mérethozadékkal szembesülünk. Ez a hatás tükröződik a fenti modellekben is, csak éppen igen aggályos módon. Mivel az új termékváltozatok megjelenése, illetve azok minőségi fejlődése a vállalatok munkaerőben kifejezett kutatási ráfordításainak függvénye, a fenti modellekben gazdaság növekedésének üteme a népesség (vagy teljes munkaerő-állomány) pozitív függvénye. Ha ez valóban így lenne, nagyobb lélekszámú gazdaságok gyorsabb ütemben növekednének, mint a kisebbek.

¹⁰A kutatás jelenlegi irányairól lásd bővebben Aghion, Akcigit és Howitt (2014), illetve Aghion és Akcigit (2017) munkáit.

Ezt a hatást, melyet Jones (1995, 2005) „erős” skálahatásként aposztrofál, a tapasztalatok nem támasztják alá.

Számos szerző törekedett arra, hogy ezt a hibát kiküszöbölve az elméleti modelleket szorosabban hozzáfűzze a gazdasági növekedés stilizált tényeihez. A második generációs endogén növekedési modellek megalkotásakor a kutatók abból a feltételezésből indultak ki, hogy a technológiai haladás folyamatában a már rendelkezésre álló tudás hozadéka csökkenő (Jones 1995, Kortum 1997, Segestrom 1998). Ez annyit tesz, hogy az új ismeretek csak részben építenek a jelenlegi tudáskészletre, és ahogy egyre magasabb technológiai szinten vagyunk, a meglévő ismereteink önmagukban egyre kisebb mértékben járulnak hozzá az újabb áttörésekhez. Ez a megközelítés nem tünteti el teljesen a skálahozadékot, hanem annak egy „gyenge” formáját fogalmazza meg: állandósult állapotban a gazdasági növekedés a népesség növekedésének ütemével arányos.

Az endogén növekedési modellek harmadik típusa a skálahatások teljes kiküszöbölésére törekedett. Young (1998) egy olyan minőségi lépcsőn alapuló schumpeteri modellt javasolt, melyben az elérhető termékváltozatok száma a teljes munkaerőkínálattal arányos, ami a monopolisztikus verseny nullaprofit-feltételéből adódik. Ebben az esetben a hosszú távú növekedés üteme független a népesség alakulásától, és kizárólag a $K+F$ foglalkoztatás arányára vezethető vissza. Hasonló elvek mentén épül fel Peretto (1998), illetve Dinopoulos és Thomson (1998) modellje is.

Sajnos a skálahatások mértékének tapasztalati úton történő vizsgálata számtalan akadályba ütközik, emiatt igen kevés tanulmány foglalkozik ezzel a kérdéssel. Az innovációból származó skálahozadék relevanciájának legegyszerűbb módja az országok, vagy régiók szintjén végzett keresztmetszeti vizsgálat. Ehhez vegyünk két zárt régiót, melyek kizárólag a méret tekintetében térnek el egymástól, minden más tényező szempontjából azonosak. Ilyen körülmények között elég lenne megfigyelni a $K+F$ ráfordítások mértékét, illetve az egy főre jutó jövedelem időbeli változását ahhoz, hogy a lakosságszámban kifejezett méret növekedésre gyakorolt hatását azonosítsuk (Jones 2005). A gyakorlatban természetesen ilyen ideális kísérleti körülményeket nem teremthetünk, hiszen a rendelkezésre álló aggregát adatok olyan országokat és régiókat jellemeznek, melyek sok tekintetben eltérnek és kapcsolatban állnak egymással. A kereskedelmi nyitottság, illetve a munkaerő-vándorlás a tudás térbeli áramlását eredményezik, amit az elemzések során közömbösíteni kell. Coe és Helpman (1993) a hazai mellett a kereskedelmi partnerek $K+F$ ráfordításaival magyarázták az egy főre jutó jövedelem növekedését, melyhez Mankiw, Romer és Weil (1992) modelljét vették alapul. Eredményeik arra utalnak, hogy a kutatás-fejlesztésre szánt vállalati beruházások nem csupán az adott ország, hanem – a kereskedelmi kapcsolatokon, illetve a tőke nemzetközi áramlásán keresztül – más országok növekedésére is hatnak. Keller (2002) azt találta, hogy a technológiai tudás kereskedelmi csatornákon keresztül

történő terjedése csak kis távolságokra hat, 1200 mérföld felett már nem észlelhető. A távolság szerepe viszont idővel csökken, a túlsordulási hatások így lassan globálissá válnak. A gyenge skáláhozadék irányába mutató bizonyítékok olyan elemzésekből származnak, melyek figyelembe veszik az országok között zajló kereskedelmet és tényezőáramlást. Alcalá és Ciccone (2004) az országok közti intézményi és földrajzi tényezőkre, illetve az endogén kereskedelmi összefonódásra történő kondicionálás után azt találták, hogy az egy főre jutó jövedelem rugalmassága a népességszámra a „gyenge” skálahatások jelenlétét igazolja. Nagyon hasonló eredményekre vezettek Frankel és Romer (1999) keresztmetszeti elemzése is. Legújabban Bloom et al. (2020) vizsgálták a kérdést, akik a Moore-törvényből következtetve szintén azt találták, hogy a növekedés folyamatában gyenge skálahatások érvényesülnek.

Az endogén növekedésemélet másik fontos összetevője a tudás túlsordulása, ami valamilyen formában a legtöbb modellben megjelenik. Ennek hátterében az a megfontolás áll, hogy a szellemi tulajdon védelme nem tart a végtelenségig, másrészt az üzleti titok sem védi meg a vállalatot a lopástól. Bizonyos esetekben az ismeretek megosztása a vállalatok jól megalapozott érdeke, melynek következtében a tudás az érintett vállalatok körében szabadon elterjed. A vállalatok üzleti és termelési gyakorlatában ténylegesen alkalmazott tudás áramlásának jelentős része az üzleti partnerek hálózatán, beszállítói láncokon és kereskedelmi kapcsolatokon (Ramondo és Rodríguez-Clare 2013, Lind és Ramondo 2018, Buera és Oberfield 2020), illetve a cégvezetők kiterjedt személyes és üzleti kapcsolatrendszerén keresztül történik (Amin és Cohendet 2004, Kondor et al. 2014, Juhász és Lengyel 2018). Emellett a tudás átadásának különösen fontos csatornája a munkaerő cégek közti mozgása (Breschi és Lissoni 2009, Boschma et al. 2009, Neffke és Henning 2013).

Caballero és Jaffe (1993) végzett elsőként olyan elemzést, ami a vállalati innováció, illetve a tudástranszfer növekedésre gyakorolt hatásait számszerűsíti. Ehhez a szerzők egy innováció-alapú növekedési modellt kalibráltak, melynek paraméterei tájékoztatnak az egyes mechanizmusok relatív jelentőségéről. Eredményeik egyértelműen azt mutatták, hogy a vállalati K+F ráfordítások mellett a szabadalmi hivatkozások segítségével közelített tudásáramlás is jelentős mértékben hozzájárul a gazdaság hosszú távú növekedéséhez.

A regionális növekedés modellezésének két kulcseleme tehát a vállalati innováció, illetve a tudás gazdasági szereplők közti áramlása, melyek együttes hatása a térben differenciáltan jelenik meg, és ennek megfelelően eltérő növekedési pályákat rajzol ki. Az endogén növekedés bármilyen térbeli kiterjesztése szükségszerűen a vállalatok innovációs döntéseiből kell kiinduljon, figyelembe véve a régiók közti tényezőáramlás és az endogén kereskedelmi kapcsolatokat, továbbá a vállalatok közti tudástranszfer földrajzi vonatkozásait.

1.3. Agglomeráció és innovációs teljesítmény

Az endogén növekedésmélet modelljei képesek megmagyarázni, hogy a vállalatok egyéni-
leg hozott innovációs döntései hogyan vezetnek a gazdaság egészének tartós növekedéséhez.
Arról azonban nem sokat árulnak el, hogy innovációs tevékenységet hol érdemes végezni,
illetve a K+F ráfordítások a földrajzi tér mely pontjain térülnek meg a legjobban. A kérdés
relevanciáját mi sem mutatja jobban, mint a kutatóhelyek, a K+F foglalkoztatás, illetve
a vállalatok kutatási törekvéseinek gyümölcseként felfogható szabadalmi bejelentések erő-
teljes földrajzi koncentrációja (Audretsch és Feldman 1996, 2004, Kogler és Feldman 2010,
Carlino et al. 2012, Buzard és Carlino 2013). Jóllehet az invencióval összefüggésbe hozható
fenti mérőszámok használata az innovációs aktivitás területi különbségeinek vizsgálatára
sok szempontból aggályos (Kogler és Feldman 2010), az eredmények mindenképpen indi-
katívak: a tudás termelésével kapcsolatos tevékenységek a legtöbb országban kis területen
összpontosulnak. Ennek oka, hogy bizonyos helyek jobban segítik az innovációs törekvé-
sek kibontakozását, így magasabb megtérülést biztosítanak, mint mások. Bár ez a tény a
földrajzkutatók körében már korábban ismert volt (lásd pl. Pred 1973, Scott 1988, Scott
és Storper 1987, Storper és Walker 1989), Lucas (1988) volt az, aki a szélesebb szakmai
közösség figyelmét felhívta rá. Úgy gondolta, hogy a növekedéssel kapcsolatos vizsgálá-
tok alapegységeinek szükségszerűen a nagyvárosoknak kell lenniük, hiszen kizárólag ezek
képesek megfelelő körülményeket biztosítani az innovációhoz köthető bizonytalanság mi-
nimalizálásához. Gerlach, Ronde és Stahl (2009) megmutatták, hogy a nagyvárosokban
működő cégek többet költenek K+F-re, illetve nagyobb kockázatot vállalnak a kutatás
irányának megválasztásakor, mint a térben elszigetelten működő társaik. Varga, Pontika-
kis és Chorafakis (2014) pedig azt találta, hogy a földrajzi közelség a nagyobb kockázattal
járó, piacorientált K+F esetében fontos, míg a tudományos kutatás esetében inkább a
régiókon átnyúló együttműködések határozzák meg a teljesítményt.

A városok tehát olyan előnyöket biztosítanak a helyi vállalatoknak, melyek támogat-
ják a sikeres innovációt. Ezek az előnyök származhatnak a kedvező intézményi és kulturális
háttérből, a helyi munkaerő szakképzettségéből és egy sor egyéb társadalmi tényezőből.¹¹
Carlino, Chatterjee és Hunt (2007) a vállalatok összetételére és a városok különböző adottsá-
gaira kontrollálva azt találta, hogy a helyi innovációs teljesítményt a város mérete is
befolyásolja. Eredményeik azt mutatták, hogy a szabadalmi bejelentések lakosságszámra
vetített értéke a városméret emelkedésével növekszik. Ennek a hatásnak egy részét a válla-

¹¹Saxenian (1994) méltán hivatkozott összehasonlító elemzése a Szilícium-völgy és a massachusettsi
128-as út fejlődési pályáiról azt sugallja, hogy a nyitott vezetői gondolkodás és a rugalmas szervezeti
formákon alapuló intézményrendszerek fokozzák az innovációs teljesítményt. Florida (2005) ezt annyiban
egészítette ki, hogy az innovációt megalapozó kreatív alkotókészség kibontakoztatásának előfeltétele a
városi társadalom sokszínűsége, türelme és újdonságok iránti nyitottsága.

latok térbeli szelekciója okozza, ami azt jelenti, hogy a nagyvárosokban több az innovatív cég (Combes et al. 2012), illetve nagyobb arányban jelennek meg a kutatás-fejlesztéshez köthető funkciók (Duranton és Puga 2005). A szelekciós torzítás hatásait figyelembe véve azonban a városméret változója továbbra is szignifikáns marad, ami agglomerációs hatások jelenlétére utal (Fang 2019). Ez megmagyarázza, hogy miért koncentrálnak a városokban a K+F funkciók, illetve miért magasabb a vállalatok innovációs teljesítménye a nagyvárosokban, illetve azok vonzáskörzetében.

A földrajzi koncentrációból származó külső növekvő mérethozadék forrásai többféleképpen csoportosíthatók. Duranton és Puga (2004), majd később Puga (2010) három fő mechanizmust nevezett meg, mint az agglomerációs előnyök lehetséges forrásait.¹² Ezek a termelési tényezők megosztása (sharing), a munkaerő-piaci párosítás (matching) és a tudás túlsordulása (knowledge spillovers), melyek együttesen, de változó hangsúllyal hatnak a vállalatok termelékenységére.¹³ Carlino és Kerr (2015) a fenti csoportosítást használják az innováció terén érvényesülő agglomerációs hatások tárgyalásakor. A következőkben én is ezt az utat követem. A fejezetnek nem célja az agglomerációs hatások mérésére irányuló empirikus irodalom értékelése, ehhez Rosenthal és Strange (2004), valamint Combes és Duranton (2015) munkáit javaslom áttekintésre. A tapasztalati munkák közül kizárólag azokat érintem, melyek a vállalati K+F-re, illetve az innovációs teljesítményre fókuszálnak.

1.3.1. Tényezőmegosztás

Az első csoportba a közös termelési tényezők megosztásán alapuló agglomerációs hatások tartoznak, melyek egyaránt jelenthetik a specializált helyi beszállítók szolgáltatásainak igénybevételét, illetve a magas állandó költséggel bíró oszthatatlan létesítmények közös használatát is (Duranton és Puga 2004). A termelő tevékenységek térbeli koncentrációja elősegíti a vállalatok szakosodását, ami hatékonyabb munkavégzést tesz lehetővé a tevékenységek egy szűk halmazán (Becker és Murphy 1992). A vállalati specializáció révén bizonyos áruk és szolgáltatások előállítása olcsóbbá válik, ami olyan termelők megjelenését eredményezi, melyek ezeket a javakat köztes inputként használják. A specializáció különösen akkor vezet további koncentrációhoz, ha a beszállítók által szolgáltatott köztes javak nem transzferálhatók, vagy magas szállítási költségekkel bírnak (Duranton 1998).

A vállalati szakosodás lehetőséget teremt a moduláris termelési hálózatok előnyeinek kiaknázására is. A modularitás lényege, hogy egy komplex termelési folyamat részegysége-

¹²Újabban ezektől megkülönböztetik az ún. hálózati externáliákat, melyek a gazdasági szereplők térben lokalizált kapcsolatrendszer mentén érvényesülnek (van Meeteren, Neal és Derudder 2016).

¹³Az agglomerációs előnyöket a szakirodalomban sokféleképpen klasszifikálják, ezekről lásd többek között Parr (2002), Quigley (1998), Lengyel és Mozsár (2002), illetve Lengyel (2010) munkáit.

it (moduljait) egymástól független, egyenrangú vállalatok végzik (Sturgeon 2002). Ebben a termelési rendszerben a beszállítók felelőssége, hogy a rájuk osztott feladatokat egy előre meghatározott szabvány szerint végezzék el, ami biztosítja a modulok összeilleszthetőségét és a változatlan minőségét. Az innovációs folyamat moduláris rendszerbe történő átszervezése a kutatáshoz, a szabadalmaztatáshoz, illetve az új termékek piaci bevezetéséhez köthető feladatok decentralizációját jelenti. Abban az esetben, ha az együttműködő szereplők közti koordináció költsége elég alacsony, a moduláris termelési hálózat a szakosodás miatt hatékonyabb, mint a vertikálisan integrált innovációs tevékenység (Hellmann és Perotti 2011). A nagyvárosokban emellett olyan szolgáltatások is elérhetővé válnak, melyek egy viszonylag szűk vevői kör igényeit elégítik ki, így gyéren lakott területeken nem éri meg velük foglalkozni. Az innovációs tevékenységek esetében ilyen lehet a szellemi tulajdon védelmével kapcsolatos jogi szaktanácsadás, a műszaki tesztelés, a kiadói tevékenység, vagy éppen az új termékinnovációk esetében a marketing.

A specializált beszállítók és szolgáltatók jelenlétéből származó agglomerációs előnyök hatásmechanizmusát az innovációk esetére Helsley és Strange (2002) formalizálta először. A szerzők egy olyan modellt javasoltak, melyben a specializált beszállítók jelenléte az invenciók megvalósításának költségeit csökkenti, ami ösztönzi az innovációt. A vállalatok az innovációs folyamatban az ötleteiket a beszállítók által szolgáltatott köztes javakkal kombinálják, ami annál hatékonyabb, minél több beszállító között válogathatnak. A létrehozott innovációk nyomán új köztes javak jönnek létre, ami újabb innovátorok megjelenését eredményezi. Az agglomerációs hatás időben dinamikus, hiszen az új vállalatok megjelenése az elérhető köztes javak múltbeli halmazának függvénye.

A termelési tényezők megosztásának másik módja a magas állandó költséggel bíró oszthatatlan létesítmények közös használatán alapul (Mills 1967, Kanemoto 1990). A termelési folyamat gyakran szükségessé teszi olyan – általában immobil – tényezők felhasználását, melyek nem oszthatók fel igény szerint kisebb részekre, végtelenül kicsi egységekre. Ha ezek az oszthatatlan tényezők a földrajzi térben szétszórtan vannak jelen, illetve létrehozásuk magas állandó költséget jelent, az arra ösztönzi a vállalatokat, hogy tevékenységüket a szóban forgó létesítmény közelébe helyezték át, és térben klaszteresedjenek. Az innovációs folyamatban ilyen oszthatatlan létesítmények az egyetemek, melyek nem csupán a versenyképes termékeket és szolgáltatásokat előállító, valamint az ezek értékesítését végző szakemberek képzésében játszanak szerepet. A vállalkozások és az egyetemek közötti együttműködés lényege a K+F-kooperáció, ami a folyamatos visszacsatolásra épülő új tudás és ismeretek generálását és áramoltatását jelenti (Ács, Anselin és Varga 1997, Var-

ga 2004, Inzelt 2004). Ezen belül jelen kontextusban a tudástermelésen van a hangsúly.¹⁴ A felsőoktatási intézmények egyrészt a partnervállalatok rendelkezésére bocsátják fizikai létesítményeiket (pl. tudományos kutató laboratóriumokat, könyvtárakat), illetve saját kutatói kapacitásukat latba vetve tevőlegesen is hozzájárulnak az innovációs folyamathoz.

Általánosan elmondható, hogy a termelési tényezők megosztásából származó agglomerációs hozadék létezésére vonatkozóan kevés közvetlen bizonyíték áll rendelkezésre, ezek többsége pedig inkább kvalitatív esettanulmányok tanulságain alapul (pl. Saxenian 1994). A kevés kvantitatív empirikus elemzés közül kiemelhető Feldman (1994) átfogó munkája, mely szerint az egymáshoz szorosan kötődő iparágakban tevékenykedő vállalatok között kialakult lokális hálózatok, illetve a specializált üzleti szolgáltatók jelenléte magasabb innovációs teljesítményt generál.

1.3.2. Munkaerő-piaci párosítás

A második agglomerációs hatás a hatékony munkaerő-piaci párosítás útján érvényesül. A városok kiterjedt munkaerőpiacain a munkáltatók könnyebben találhatnak az igényeiknek megfelelő és az adott álláshely betöltésére alkalmas specializált ismeretekkel bíró munkaerőt (Helsley és Strange 1990, Kim 1991, Wheeler 2001, Berliant, Reed és Wang 2006, Gautier és Teulings 2009). Ennek köszönhetően a vállalatok alacsonyabb keresési, illetve belső alkalmazkodási költségekkel szembesülnek, ami magasabb profitot eredményez (Henderson 1986).

Helsley és Strange (1990) modelljében heterogén munkavállalók próbálnak álláshoz jutni tökéletlen információellátottság mellett. A vállalatok különböző tevékenységeket végeznek, így a munkavállalók felé támasztott elvárásaik eltérőek. Ilyen környezetben minél kiterjedtebb a munkaerőpiac, annál jobb minőségűek a munkáltató-munkavállaló párok, ami magasabb profitot és béreket jelent. Ez a hatás arra ösztönzi a szereplőket, hogy térben koncentráldjanak. A város növekedésével azonban élesedik a munkavállalókért folyó verseny is, ami szintén az agglomeráció irányába mutat. Az új vállalatok belépése nem tart lépést a munkavállalók beköltözésével, így növekszik az átlagos vállalatméret, ami állandó költségek jelenlétében magasabb profitot eredményez.¹⁵ Strange, Hejazi és Tang (2006) szerint a kiterjedt munkaerőpiacokból és koncentrált iparági klaszterekből főként azok a vállalatok profitálnak, akiknek magas a specializált munkaerő iránti igénye, illetve tevékenységük során nagyfokú piaci bizonytalansággal szembesülnek.

¹⁴A felsőoktatási intézmények és a magánszféra közti tudásáramlás jelentősége nem kapcsolódik szorosan a témához, így erre a dolgozatban nem térek ki. Erről a témáról Varga (2004), illetve Inzelt (2004) nyújt összefoglalót.

¹⁵Kim (1990) modellje annyiban tér el ettől, hogy zárt munkaerőpiacot feltételez és más a bérek megállapításának módja. Ettől függetlenül a következtetések igen hasonlóak, mint Helsley és Strange (1990) esetében.

A munkaerő-piacok egyesítése ugyanakkor a munkavállalókért folyó verseny és a gyakori álláshelyváltás révén ellenkező irányú hatásokat is generálhat (Combes és Duranton 2006, Matushek és Robert-Nicoud 2005, Gerlach, Ronde és Stahl 2009). A képzett szakemberek elcsábítása és megtartása a bérek és egyéb juttatások emelésével lehetséges, ami a cégek személyi jellegű ráfordításait növeli. Combes és Duranton (2006) a duopolisztikus verseny esetére vizsgálták a termékek árazásával, a bérezéssel, illetve a telephelyválasztással kapcsolatos vállalati stratégiákat, melyek mellett a lehető legjobban kiaknázzhatók a hatékony párosításból fakadó előnyök. Eredményeik szerint a vállalatok klaszteresedése bár az erőforrás-elosztás szempontjából hatékony, de a munkavállalókért folyó verseny miatt nem ez számít a szereplők egyensúlyi térbeli eloszlásának. Matouschek és Robert-Nicoud (2005) a humántőke-beruházások és a vállalatok telephelyválasztásának összefüggéseit elemezték és azt találták, hogy a vállalatok elhelyezkedése nagyban függ attól, hogy ki fedezi a munkavállalók képzését. Abban az esetben, amikor a munkáltató állja a munkavállalók képzését, a vállalatok egyensúlyi elhelyezkedése térben szétszórta. A vállalatok ugyanis attól félnek, hogy a közelben működő versenytársaik elcsábítják a frissen képzett munkavállalókat és emiatt a humántőke-beruházás nem térül meg. Ellenkező esetben, amikor a munkavállalók képzik magukat, érdemes lehet a cégeknek egy helyre tömörülni. Rotemberg és Saloner (2000) szerint a munkavállalók inkább akkor fektetnek tudásba, ha sok munkáltató közül választhatnak. Ritkán lakott területeken, ahol kevés az álláshely, a képzett munkavállaló alkupoziója rosszabb, ami a kizsákmányolás veszélyét rejt magában (hacsak nem vállalja az ingázás költségeit). Ezeket az elméleteket mindeddig nem igazolták, ami annak tudható be, hogy a telephelyválasztás és a beruházási döntés egyaránt endogén, így az oksági hatások azonosításához kvázi-kísérleti körülmények, de legalább érvényes instrumentális változók kellenének, ilyeneket azonban nehéz találni (Carlino és Kerr 2015).

A munkavállalók oldaláról tekintve a munkaerő-piaci párosítás kérdésére, a hatás egyértelműen pozitív és tapasztalati úton igazolt. A városokban a munkaerő-piaci súrlódások csekélyebb mértékűek, hiszen az emberek könnyebben váltanak munkahelyet, a két állás között töltött idő jelentősen lerövidül. A hatékony párosítás a munkahelyváltás gyakoriságát növeli (Jovanovich 1979), ami a nagyvárosokban egyértelműen megfigyelhető tendencia (Scott 1988, Wheeler 2001).¹⁶ Ez különösen fontos a high-tech iparágak és a K+F esetében, ahol a képzett munkavállalók gyakori álláshelyváltásai az iparág növekedését is előmozdítják. A képzett munkaerő esetében ugyanis az álláshelyek gyakori változtatása

¹⁶Di Addario (2011) a nyilvántartott munkanélküliek álláskeresési idejének hosszát vizsgálva az találta, hogy a városi munkaerő-piacokon, illetve az álláskereső szakmájára specializált térségekben a munkanélküliek hamarabb találnak munkát. Hasonló összefüggés mutatkozik a rendszerváltás óta a hazai járások esetében is. A városias és leginkább képzett járásokban a regisztrált munkanélküliség minden iskolázottsági kategóriában alacsonyabb (Czaller és Lőcsei 2018).

nem csupán a legjobb munkáltató-munkavállaló párok megtalálásához járul hozzá, de fontos szerepe van a vállalatok közti tudáscsere elősegítésében is. Fallick et al. (2016) például az IT területre specializálódott diplomás szakemberek munkahelyváltásának gyakoriságát vizsgálta Kalifornia állam infokommunikációs klasztereiben. Eredményeik szerint a Szilícium-völgy cégei között sokkal intenzívebb a munkaerőcsere, mint a többi vizsgált klaszterben, ami a szerzők szerint a szilícium-völgyi klaszter méretéből fakadó hatékony iparágon belüli párosításnak tudható be.

1.3.3. A tudás túlcsoportulása

Az agglomerációs előnyök közül az innovációs folyamatban a tudás túlcsoportulásának tulajdonítják a legnagyobb jelentőséget, paradox módon azonban éppen erről a mechanizmusról tudjuk a legkevesebbet (Duranton és Puga 2004). A tudás helyi elterjedésének ötletét először Marshall (1890) vetette fel, aki úgy gondolta, hogy a földrajzi közelség lehetőséget kínál a gazdasági szereplők közti eszmecserére, illetve növeli a nem tervezett, véletlen találkozások gyakoriságát, ami a tudás informális átadásának egyik legfontosabb csatornája.¹⁷ Jóllehet ezt az elméletet az iparági klaszterek, illetve a földrajzi koncentráció általános jelenségének magyarázatára találták ki, a tudásterjedésnek talán éppen az innovációs folyamatban van a legnagyobb szerepe. Feldman (1994) szerint a legújabb technológiákhoz való korai hozzáférés ideiglenes előnyöket biztosít az innovatív vállalatoknak, akik az új ismeretek gyors megszerzése érdekében egymáshoz közel települnek. A technológiai tudáshoz való hozzáférés szerepe a termelési folyamatban azonban függ a gazdasági tevékenység jellegétől, illetve attól, hogy az előállított termék az életciklusának mely fázisában van (Storper 2013). Amikor az áru tömeggyártásra kerül, már nem szükséges ragaszkodni a versenytársakhoz való közelséghez, az üzem kitelepíthető olyan térségekbe, ahol a munkaerő, illetve a földbérlés olcsóbb. Ezzel szemben a legfrissebb technológiai ismeretek alapján történő termékfejlesztés nem szakadhat el a városoktól, hiszen a különböző termékprototípusok megtervezése és a végleges változat legyártása mindig a „state-of-art” technológia és a legfrissebb fogyasztói igények ismeretében kell, hogy történjen. Az új termékek létrejöttében a városok „kikeltető” hatása elengedhetetlen, ami a helyi tudáshoz való hozzáférést, a versenytársaktól való tanulást jelenti (Duranton és Puga 2001). Alacsony szállítási és kommunikációs költségek esetén ez a folyamat a különböző vállalati funkciók térbeli szétválását eredményezi. A városokban azok a tevékenységek maradnak

¹⁷A tudás áramlása nem csupán a vállalatok között, hanem egy adott vállalaton belül is fontos. Gertler (2012) a Bell Laboratórium (AT&T) példáján mutatja be az ötletek kialakulásának, illetve vállalaton belüli áramlásának jelentőségét a K+F és innováció folyamatában. A '40-es években az AT & T Bell Lab épületének belső tereit szándékosan úgy alakították ki, hogy a munkatársak napi rendszerességgel találkozzanak. A kutatóházak belső térkialakítása, illetve az innovációs teljesítmény közti kapcsolatot Liu (2010) próbálta számszerűsíteni.

meg, melyek a leginkább képesek kiaknázni a helyi tudástranszferből származó előnyöket (pl. menedzsment, kutatás, műszaki fejlesztés és dizájn), míg az élőmunka-igényes funkciók (pl. tömeggyártás) inkább vidékre települnek (Duranton és Puga 2005).

Míg a tudástranszfer szerepe a gazdasági növekedés elősegítésében és a földrajzi munkamegosztás átalakításában jól ismert, a folyamat háttérében rejlő hatásmechanizmusokról viszonylag keveset tudunk. Kevésbé ismert, hogy a városok mérete hogyan befolyásolja a tudástranszfer hatékonyságát, valamint a gazdasági szereplők mi alapján hoznak döntést saját ismereteik megosztásáról és a másoktól való tanulásról különböző helyeken. Ennek feltérképezésére sokkal kevesebb figyelem hárult, ami alapvetően a kérdés összetettségére és az ebből fakadó technikai nehézségekre vezethető vissza.¹⁸ Endogén városméret mellett a tudástranszfert általában külső tényezőnek tekintik (Fujita és Ogawa 1982, Lucas 2001, Lucas és Rossi-Hansberg 2002), más modellek adott népességszámú gazdaságokban elemzik a tudáscsere folyamatát (Berliant és Fujita 2008, Helsley és Strange 2004, Lucas és Moll 2014).

Glaeser (1999) a tudástranszfer és a lakóhelyválasztás mikroökonómiai háttérét egy olyan modellben vizsgálta, melyben a városi tudástranszfer háttérében véletlen személyes találkozások sokasága áll. A szereplők a találkozásokból tanulhatnak, de nem minden találkozás jár a tudáscsere szempontjából sikerrel. A munkavállalók eleve csak olyanoktól tanulnak, akik okosabbak náluk, ráadásul azoktól is csak bizonyos valószínűséggel tudnak új ismereteket elsajátítani. Ebben a felállásban a városi lét a kevésbé tapasztalt, fiatal munkavállalók számára kockázatos beruházás, hiszen a városokban hiába magasabb a személyes interakciók száma, a tanulás nem garantált, a lakhatás költsége viszont minden városlakó számára magasabb. Az idősebb és képzettebb munkavállalók, akik már nem tanulnak, csak akkor maradnak a drágább városokban, ha a fiatalok tanulásából maguk is profitálnak a munkavégzés során. Storper és Venables (2004) a személyes kontaktusoknak az imitáción alapuló tanuláson felül több jelentőséget tulajdonított. Érvelésük szerint a személyes érintkezés a szocializáción kívül gyorsítja bizonyos ösztönzési problémák megoldását, illetve kiemelt szerepe van a pszichológiai motivációban is. A szerzők egy játékelméleti alapokon nyugvó modell segítségével megmutatták, hogy a „face-to-face” kontaktus azokban az esetekben válik fontossá a kommunikációban részt vevő ágensek számára, amikor nincs tökéletes információellátottság, nagy a bizonytalanság és ismeretek nehezen kodifikálhatók.

Davis és Dingel (2019) eltérő feltevések mellett vizsgálta a tudáscsere folyamatát. Glaeser (1999) modelljéhez hasonlóan a tanulás itt is a munkavállalók közti személyes érintkezés révén következik be, azzal a különbséggel, hogy a tudáscsere költséges, de mindkét fél

¹⁸A hálózattudomány fejlődése, illetve ezek elterjedése az elméleti gazdaságföldrajzi elemzésekben ezen remélhetőleg változtat.

tanul a másiktól valamennyit. A tanulás költsége aszimmetrikus és attól függ, hogy a felek között mekkora a tudásbeli különbség. A rendelkezésre álló időt a szereplők aszerint alkalmazzák munkára vagy tanulásra, hogy a közvetlen környezetükben hány olyan partner van, akitől tanulhatnak. Davis és Dingel (2019) modellje nagyrészt megmagyarázza a bérszínvonal és a képzett munkaerő földrajzi eloszlásával kapcsolatos stilizált tényeket,¹⁹ illetve leírja azt a mikroökonómiai hatásmechanizmust, amely a helyi humántőke-externáliák háttérében húzódik.

A tudástranszfer és a humán tőke externáliák összekapcsolása azért fontos momentum, mert a tudás túlcordulásának tapasztalati jelentőségét korábban a humántőke-externáliák bérekre gyakorolt hatásán keresztül próbálták vizsgálni. Bár a megközelítés elméletileg megalapozott, meglehetősen ellentmondásos eredményekre vezet. Az első ilyen irányú elemzést Rauch (1993) végezte, aki erős korrelációt mutatott az egyéni bérek és az átlagos elvégzett osztályszám között, ugyanakkor nem számolt az egyéni és a városi szintű átlagos iskolázottság endogenitásával. Acemoglu és Angrist (2000) ezt a problémát az instrumentális változók módszerének alkalmazásával próbálta orvosolni, melyben az egyéni iskolázottságot a születési idővel, az átlagosan elvégzett osztályszámot pedig a tankötelezettségi korhatárra vonatkozó szabályok időbeli és keresztmetszeti különbségeivel instrumentálta. Ezzel a módszerrel a szerzők nem találtak hatást, ennek azonban több oka is lehet. Egyfelől az elemzést az USA államainak szintjén végezték, ami a humántőke-externáliák elemzéséhez túlságosan magas aggregációs szint. A tudás túlcordulása kifejezetten lokális jelenség, így legfeljebb a városok, vagy a helyi munkaerő-piacok szintjén detektálható a hatása (Rosenthal és Strange 2008, Lengyel 2004). Másrészt a tankötelezettség korhatára a középiskola elvégzését befolyásolja, így azok az instrumentális változók, melyek a tankötelezettségre vonatkozó jogszabályok különbségeit aknázzák ki, szintén alkalmatlanok, hiszen a humántőke-externáliák elsődleges forrása a magasan képzett, diplomás munkaerő. Moretti (2004) a városok szintjén végzett hasonló elemzést, melynek eredményei a humántőke-externáliák mellett szóltak. Később Dalmazzo és Blasio (2007), illetve Iranzo és Peri (2009) vizsgálatai is ezt erősítették meg. Egy korábbi tanulmányomban magam is végeztem olyan elemzést, ami a képzett munkaerő kínálatának egyéni bérekre gyakorolt hatását azonosítja Magyarországon (Czaller 2017). Ehhez a kistérségi szinten mért átlagos iskolázottsági szint endogenitását az 1880-ban megfigyelt írástudatlanok arányával semlegesítettem, a munkavállalók egyéni iskolázottságának instrumentumaként pedig a születés idejét használtam. Becsléseim szerint egy évnnyi növekedés az átlagosan elvégzett osztályszámban kb. 3%-os emelkedést okoz a helyiek bérében.

¹⁹Konkrétan, a városokban a munkaerő átlagos képzettsége magasabb, ugyanakkor nagyobb a szórás is. Emellett a képzett munkavállalók bérelőnye a szintén magasabb a nagyvárosokban, mint vidéken.

Habár ezek az eredmények mindenképpen biztatók, mégsem köthetők egyértelműen a tudás túlsordulási hatásaihoz. Egyrészt a kimutatott hatások részben abból származnak, hogy a különböző képzettségek nem helyettesítik, hanem inkább kiegészítik egymást. Ha a magasan képzettek aránya növekszik, az alacsonyan képzett munkavállalók iránti kereslet is emelkedik, ami felhajtja a helyi bérszínvonalat (Moretti 2004). Másrészt a humántőke-externáliáknak nem kizárólagos forrása a tudástranszfer, bizonyos esetekben hasonló hatásokat generálhat a helyi béralku is (Acemoglu 1996). A túlsordulási hatások azonosításának másik lehetséges módja a szabadalmi hivatkozások elemzése, amely Jaffe, Trajtenberg és Henderson (1993) nyomán terjedt el. Ezek a tanulmányok általában azt vizsgálják, hogy a földrajzi távolság milyen mértékben befolyásolja a szabadalmak későbbi hivatkozását. Az eredmények túlnyomó többsége megerősíti azt az állítást, hogy a térbeli közelség növeli a szabadalmak hivatkozásának valószínűségét, de a becsült hatások mértéke erőteljesen szór attól függően, hogy a technológiai besorolás melyik szintjét választják az elemzés során a kontrollcsoport kiválasztására (Thompson, Fox-Kean 2005, Murata et al. 2014). A kutatás egy másik iránya azt a kérdést járja körül, hogy a hivatkozások alkalmasak-e egyáltalán a tudástranszfer közelítésére. Jaffe, Trajtenberg és Fogarty (2000) a feltalálók körében végzett kérdőíves felmérést, melynek eredményei nem jelzik egyértelműen, hogy a hivatkozásokat megelőzné-e bármilyen eszmecsere. Thompson (2006) ugyanakkor rámutatott, hogyha kizárjuk azokat a hivatkozásokat, melyeket a szabadalmi hivatal munkatársai adnak hozzá utólag a bejelentéshez, a hivatkozási háló sokkal inkább lokalizálttá válik, ami már erősebb bizonyíték a tudástranszfer mellett. Kerr és Kominers (2015) a szabadalmi hivatkozások hálózata alapján vizsgálta a különböző tevékenységek mentén létrejött iparági klaszterek kiterjedését, majd ebből következtetett a tudás túlsordulási hatásainak térbeli hatókörére technológiacsoportonként. A szabadalmi hivatkozások vizsgálatának eredményei egybevágnak Arzaghi és Henderson (2008), illetve Rosenthal és Strange (2008) elemzéseivel, melyek szerint a tudás túlsordulása kifejezetten helyben érvényesül.

1.3.4. Marshalli ekvivalencia

Duranton és Puga (2004) szerint a fenti mechanizmusok relatív jelentőségének azonosítása komoly kihívást jelent, hiszen mindegyik hatás a munkaerő-piac méretén keresztül érvényesül. A szerzők ezt a jelenséget a marshalli ekvivalencia elvének nevezték el. Az innovációs kibocsátást befolyásoló tényezők számbavételéhez általában a termelési függvény koncepcióján alapuló megközelítést alkalmazzák, ami a szabadalmak számával közelített innovációs kibocsátást a tudástermeléshez szükséges tényezők kombinálásával, illetve a termelékenységet befolyásoló egyéb helyi adottságokkal magyarázzák (Jaffe 1989, Carlini,

Chatterjee és Hunt 2007). Ezekben az elemzésekben az agglomerációs hatások mértékéről a városméret vagy az iparági foglalkoztatás változója tájékoztat bennünket attól függően, hogy az agglomerációs előnyök a város egészében, vagy azon belül csak egy kisebb iparági klaszterben érvényesülnek-e.²⁰ Sajnos eddig kevés olyan tanulmány látott napvilágot, ami a különböző agglomerációs mechanizmusok relatív jelentőségét vizsgálná.²¹ Papageorgiou (2013) a munkahelyváltást, a migrációt és a városi bérdinamikát modellezte, majd a kalibrált modellre alapozott empirikus elemzés eredményként azt kapta, hogy a bérekben megmutatkozó agglomerációs hatások 40%-át a munkaerő-piaci párosítás hatékonysága magyarázza. Baum-Snow és Pavan (2012) ezzel szemben éppen a párosításra nem talált hatást. Park és von Rabenau (2011) egy térbeli egyensúlyi modellből redukált szimultán egyenletrendszer becslésével próbálta az agglomerációs hatások forrásait azonosítani. Bár a kezdeményezés ígéretes, a dekompozíció eredményei az alkalmazott módszertan miatt megkérdőjelezhetők. Kifejezetten az innovációs teljesítményre vonatkozóan hasonló tanulmány egyelőre nem született.

A tapasztalati elemzések szempontjából a marshalli ekvivalencia elve egy komoly kihívás, ami nehezíti az agglomerációs gazdaság valós jelentőségének feltérképezésére irányuló tudományos megismerést, az endogén térbeli növekedés modellezésének szempontjából ugyanakkor könnyebbség. Mivel az agglomerációs hatások minden esetben a regionális gazdaság méreten keresztül érvényesülnek, elegendő, ha a regionális TFP-t (teljes tényezőtermelékenység), vagy az innovációs teljesítményt egyetlen endogén változótól, a régió méretétől tesszük függővé. Black és Henderson (1999) a városnövekedés modellezése során a termelékenységet az átlagos képzettség mellett a városméret függvényében adta meg, majd ugyanezt az utat követte Rossi-Hansberg és Wright (2007) is. A régiók szerkezeti átrétegződését vizsgáló dinamikus modellekben az iparág mérete hat a vállalatok termelékenységére (Michaels, Rauch és Redding 2012, Desmet és Rossi-Hansberg 2014), újabban pedig Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) építette be az agglomerációs hatásokat az innovációs teljesítményt befolyásoló függvénybe. Az endogén növekedés földrajzi modelljei tehát a marshalli ekvivalencia elve mögé bújva megspórolják az agglomerációs gazdaság mikroökonómiai megalapozását, ezzel biztosítva a modell analitikus megoldhatóságát.

²⁰ Az iparági szinten érvényesülő külső gazdasági hatásokat Marshall–Arrow–Romer-féle (MAR) externáliáknak, a városok szintjén érvényesülőket pedig Jacobs-féle externáliáknak nevezik. Jacobs (1969) a helyben megjelenő gazdasági tevékenységek sokféleségét emelte ki, mint az új innovációk elsődleges forrását. Úgy gondolta, hogy a városokban szélesebb az ágazatok palettája és sűrűbbek a társadalmi kapcsolathálóok, ami új komplex termékeket és az adott ágazaton belül még ismeretlen termelési gyakorlatok bevezetését eredményezheti. Arról egyelőre kevés adat áll rendelkezésre, hogy az innovációs teljesítmény fokozásában melyik típusnak van inkább jelentősége. A szabadalmi bejelentők közti kapcsolatok formálódásában Sebestyén et al. (2011) szerint az iparági specializáció és a regionális sokféleség egyaránt fontos. A MAR- és Jacobs-féle externáliák empirikus jelentőségéről általában lásd Beaudry és Schiffauerova (2009) összefoglaló munkáját.

²¹ Ezekről a munkákról Combes és Gobillon (2015) szolgáltat részletes összefoglalót.

2. Az endogén térbeli növekedés modellje

Az endogén térbeli növekedés modellezésekor számos olyan tényezőt figyelembe kell venni, ami a pontszerű gazdaságokra felírt modellek esetében irreleváns. Egyrészt a vállalatok innovációs teljesítményét befolyásolhatják az agglomerációs hatások és a régiók közti tudásáramlás, másrészt a regionális munkakínálat nem exogén, hanem a munkavállalók endogén lakóhely-választási döntéseinek eredménye. Emellett a régiók kereskedhetnek is egymással, melynek költségvonzatát a távolság határozza meg. Ebben a fejezetben egy olyan modellt mutatok be, ami amellet, hogy számításba veszi ezeket a folyamatokat, megoldható analitikusan. A bemutatott modell sok tekintetben hasonlít Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) térbeli növekedési modelljére, de számos ponton eltér tőle. Lényeges hasonlóság, hogy a régiók közti kölcsönhatások vizsgálhatósága érdekében mindkét modell korlátozza a vállalatok előrelátását, illetve a technológiai változás időbeli dinamikáját is hasonlóan közelíti. A legfontosabb különbség pedig az, hogy a két modell eltérő megoldást javasol arra, hogy a vállalatok az innovációs döntések során ne vegyék figyelembe a jövőbeli profitot. Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) a vállalatok között Bertrand-féle árversenyt feltételezett, melyben a földhasználat jogáért folyó licit minden egymást követő időperiódusban nullára redukálja a profitot. Ezzel szemben az én modellem monopolisztikus versenyt feltételez az egyes régiókon belül, ami a szabad be- és kilépés lehetőségén keresztül vezet ugyanerre az eredményre. Utóbbi megközelítés előnye, hogy viszonylag kevés és egyszerű feltételezéssel él, szorosabban kötődik az endogén növekedésmélet modellezésének hagyományához, illetve visszavezethető Helpman (1998) egyszerű földrajzi modelljére.

A fejezet a következőképpen épül fel. Az első részben a modell felépítését ismertetem, majd ezt követően az általános egyensúly algebrai feltételét, valamint annak jelentését tárgyalom. Ezután kerül sor a modell időbeli dinamikájának vizsgálatára egyensúlyi növekedési pálya mellett, majd pedig általában. A fejezetet a növekedéssel kapcsolatos elméleti predikciók vizsgálata zárja.

2.1. A modell felépítése

Képzeljünk el egy kétdimenziós euklideszi tér zárt és korlátos S részhalmazán elterülő gazdaságot, melynek régióit a halmaz $i \in S$ elemei reprezentálják. Jelölje $H(i) > 0$ az $i \in S$ régió lakhatási célra felhasználható területét, amelyről feltételezzük, hogy teljes egészében a helyben lakók tulajdonát képezi, valamint mennyisége konstans. Feltesszük továbbá, hogy $H(i)$ folytonos változó, a lakóterület (vagy lakásállomány) tökéletesen oszt-

ható.²² A lakosság minden tagja aktív, tökéletesen mobil, lakóhelyét minden t időperiódusban szabadon megválaszthatja, ugyanakkor a gazdaság határait nem lépheti át, így a népességszám a gazdaság egészére állandó és nem változik időben: \bar{L} . A munkaerő kínálata tökéletesen rugalmatlan, a preferenciák és képességek szempontjából homogén munkavállalók egységnyi munkát bocsátanak a vállalatok rendelkezésére. Felteszem továbbá, hogy mindenki abban a régióban dolgozik, ahol lakik, az ingázás lehetőségétől eltekintek.²³ A vállalatok az előállított terméket helyben, vagy más régiókban egyaránt értékesíthetik. A régiók közti kereskedelem költségeit a Samuelson-féle jéghegy-elv alapján modellezem, mely szerint a távolság növekedésével az útnak indított áru mennyiségének egyre kisebb hányada jut célba. A szállítási költségeket $\varsigma : S \times S \rightarrow [0, \infty)$ függvény írja le, ahol $\varsigma(i, j)$ azt az árumennyiséget jelöli, amelyet j régióból útra kell indítani ahhoz, hogy abból éppen egységnyi megérkezzen i -be.²⁴ A régiókon belül az áruszállítás nem jár költséggel, így $\varsigma(i, i) = 1, \forall i \in S$.

2.1.1. Fogyasztás

A reprezentatív fogyasztó a lakóhelyén elérhető termékek és a lakhatás iránt támasztott preferenciáit valamely t időszakra

$$u_t(i) = \left(\frac{C_t(i)}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{h_t(i)}{1 - \alpha} \right)^{1 - \alpha}$$

instant hasznossági függvény fejezi ki, melyben $C_t(i)$ a végső fogyasztásra szánt kompozit jószág elfogyasztott mennyisége, $h_t(i)$ a lakhatási célra bérelt terület mérete, $\alpha \in (0, 1)$ pedig a $C_t(i)$ -re fordított kiadások aránya a munkavállaló teljes kiadásain belül. A $C_t(i)$ kompozit termék a gazdaságban előállított ω termékváltozatok (állandó helyettesítési rugalmasságú) CES-aggregátumaként áll elő:

$$C_t(i) = \left(\int_S \int_0^{n_t(j)} c_t(\omega, i, j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \bar{\lambda}_t(\omega, j)^{\frac{1}{\sigma}} d\omega dj \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}},$$

²² A számolható térgazdasági modellekben ez a feltevés megszokottnak számít, ahogy az is, hogy a régiók lakhatási célra hasznosítható területét közös tulajdonként kezelik. Nyilvánvalóan ezek túlzó egyszerűsítések, azonban mégis célszerűek, hiszen ezekkel megspórolható a lakásszektor modellezése, miközben a levonható következtetések változatlanok. A lakásállomány tulajdonviszonyainak alternatív modellezési lehetőségeiről és ezek következményeiről ld. Caliendo et al. (2018), illetve Glaeser (2008) munkáit.

²³ A lakóhely és a munkahely közti ingázás modellezési lehetőségeiről bővebben Ahlfeldt et al. (2015), és Monte et al. (2018) munkái nyújtanak áttekintést.

²⁴ A szállítási költségek beépítésének egy másik lehetséges módja egy külön közlekedési ágazat modellezése. Ez azonban sok esetben fölöslegesen bonyolulttá teszi a rendszert, ami korántsem biztos, hogy megtérül, hiszen ez a megközelítés sokszor egyáltalán nem szolgáltat megbízhatóbb eredményeket. A szállítási költségek endogenizálásának lehetőségéről lásd Sebestyén (2017) cikkét.

ahol $n_t(j)$ a j -edik régióban előállított termékváltozatok száma, $c_t(\omega, i, j)$ az i -edik térségben lakó munkavállaló fogyasztása a j -ben gyártott ω termékből, $\bar{\lambda}_t(\omega, j)$ a j -ből származó ω termék minősége, σ pedig a termékváltozatok közti helyettesítési rugalmasságot szabályozó paraméter, melyről Dixit és Stiglitz (1977) nyomán feltételezzük, hogy $\sigma > 1$, tehát a termékváltozatok egymás helyettesítői.

A fogyasztók az instant haszon szubjektív diszkonttényezővel (β) súlyozott végtelen összegének, tehát $\sum_t \beta^t u_t(i)$ maximalizálására törekednek. Felteszem, hogy a megvásárolt termékek nem tárolhatók és nem tartalékolhatóak el, nincs megtakarítás, így a munkavállalók t -edik időszakra tervezett kiadásai megegyeznek az adott időszakban szerzett jövedelemmel. Ebből következik, hogy az intertemporális haszonmaximalizálás statikus problémák sorozatára osztható.

Felhasználva, hogy a fogyasztói haszon a $C_t(i)$ fogyasztási aggregátum és a lakóterület tekintetében szeparálható, illetve a hasznossági függvény homotetikus, a haszonmaximalizálási feladat megoldható két lépésben. Először megoldjuk a problémát $C_t(i)$ és $h_t(i)$ mennyiségekre, majd a kompozit jószágra fordított kiadások ismeretében meg tudjuk határozni $c_t(\omega, i, j)$ bármely ω -ra.²⁵ A megoldás lépéseit lásd a Függelék A pontjában. A feladat megoldásával azt kapjuk, hogy a munkavállalók a jövedelmük α hányadát költik a horizontálisan differenciált termékekre, ezen belül a j -ben előállított ω termékváltozat kereslete

$$c_t(\omega, i, j) = \alpha p_t(\omega, i, j)^{-\sigma} P_t(i)^{\sigma-1} \bar{\lambda}_t(\omega, j) v_t(i), \quad (1)$$

ahol $p_t(\omega, i, j)$ az ω termék ára i -ben, amely már magába foglalja az előállítás és a fogyasztás helyszínei között felmerülő szállítási költségeket, $v_t(i)$ a jövedelem, $P_t(i)$ pedig a termékárindex:

$$P_t(i) = \left(\int_S \int_0^{n_t(j)} p_t(\omega, i, j)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_t(\omega, j) d\omega dj \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}. \quad (2)$$

Eszerint egy adott terméktípus kereslete függ az ártól és a minőségtől, ugyanakkor hat rá a gazdaságban elérhető többi termékváltozat ára és minősége is. Ha tehát az ω termék ára növekszik, az iránta támasztott kereslet csökken, ugyanakkor a többi termék kereslete növekszik. Ezt ellensúlyozhatja azonban a termék magasabb minősége, amely növeli ω keresletét és ezzel párhuzamosan csökkenti az érdeklődést a konkurens termékek iránt.

A fogyasztók a jövedelmük fennmaradó $(1 - \alpha)$ hányadát költik lakhatásra,

$$h_t(i) = (1 - \alpha) \frac{v_t(i)}{r_t(i)}, \quad (3)$$

²⁵A két lépcsős megoldás alkalmazhatóságának matematikai feltételeiről Deaton és Muellbauer (1980) nyújt áttekintést.

$r_t(i)$ bérleti díj mellett. A lakások alapterülete annál nagyobb, minél magasabb a munkavállalók jövedelme, illetve minél alacsonyabb a bérleti díj.

Feltesszük, hogy a munkavállalók jövedelme két részből tevődik össze. Egyrészt az elvégzett munka után a munkavállalók $w_t(i)$ bért kapnak, másrészt egyenlő mértékben részesülnek a lakóhelyükön t -ben kiadott földterületek bérleti díjából. A földjáradék minden t -ben újraosztásra kerül a munkavállalók között, így a munkavállalók jövedelme a t -edik időszakban

$$v_t(i) = w_t(i) + (1 - \alpha) \frac{r_t(i)H(i)}{L_t(i)}. \quad (4)$$

A keresleti függvények ismeretében megadható az indirekt hasznossági függvény, amely $P_t(i)$, $r_t(i)$ árakhoz, illetve $v_t(i)$ jövedelemhez rendeli hozzá az (1) és (3) által reprezentált optimális fogyasztási szintek hasznosságát:

$$u_t(i) = \frac{v_t(i)}{P_t(i)^\alpha r_t(i)^{1-\alpha}}. \quad (5)$$

Az indirekt haszon a bérek növekedésével, illetve a lakásbérlet és a termékárindex által meghatározott megélhetési költség csökkenésével arányosan emelkedik.

2.1.2. Termelés

A végső fogyasztásra szánt termékeket monopolisztikusan versenyző vállalatok állítják elő, kizárólag munkaerő felhasználásával. Minden vállalat egyetlen terméket gyárt, a vállalatok száma tehát megegyezik az előállított termékváltozatok számával. A termelés előfeltétele a munkaerőben kifejezett f állandó költség megfizetése, amely minden időszakban felmerül, függetlenül attól, hogy a vállalat új belépő, vagy már hosszabb ideje jelen van a piacon. A belépés során egyéb költségek nem merülnek fel, a be- és kilépés szabad. A vállalatok maguk határozzák meg termékeik árát, illetve azt is, hogy az aktuális időszakban milyen legyen a termékük minősége. Minél magasabb minőséget képvisel egy adott termék, annál nagyobb a termék kifejlesztésének költsége, vagyis a szükséges innovációs ráfordítás mértéke. A termékfejlesztés szintén munkaerő bevonásával történik, melynek termelékenységét az ω termékváltozatot előállító vállalat számára a t -ben rendelkezésre álló technológiai tudás is befolyásolja:²⁶

$$\bar{\lambda}_t(\omega, j) = \lambda_t(\omega, j) l_t(\omega, j)^\gamma, \quad (6)$$

²⁶A meglévő tudás állományának szerepét az új tudás termelésében többek között Furman, Porter és Stern (2002), illetve Varga és Sebestyén (2017) igazolták empirikusan.

ahol $\lambda_t(\omega, j)$ a technológiai tudás j -ben, $l_t(\omega, j)$ a termékinnovációra szánt munkaerő, γ pedig a termékminőség rugalmassága a fejlesztésben részt vevő munkaerő létszámára. Felteszem, hogy $0 < \gamma < 1$, a fenti termelési függvényt tehát csökkenő mérethozadék jellemzi. Ez azt jelenti, hogy adott $\lambda_t(\omega, j)$ mellett a fejlesztésben résztvevő munkaerő létszámának növelésével a munka határterméke csökken. A csökkenő hozadéka mögött az a megfontolás húzódik, miszerint a kutatók és fejlesztők számának növelésével megnő a redundancia esélye is a fejlesztési folyamatban. Előfordulhat ugyanis, hogy több csoport egymástól függetlenül ugyanazt a terméket, eljárást fejleszti ki, ami azonban csak egynek számít a tudásállományban. Emiatt minél többen dolgoznak a fejlesztési részlegen, annál kevésbé növeli még egy kutató az új ötletek számát az adott periódusban. Ebből következik, hogy a munkaerő átlagos termelékenységé a fejlesztésben csökken (Jones 1995).

A termékfejlesztés fent vázolt struktúrája Young (1998) növekedési modelljét követi abban az értelemben, hogy a gazdaság növekedése egyedül a vállalatok innovációs erőfeszítéseinek és a tudás terjedésének eredménye. Két fontos eltérést azonban mégis érdemes kihangsúlyozni. Egyrészt az eredeti modellben a t -edik időperiódusban megvalósított K+F beruházás a termékek $t + 1$ -beli minőségét határozza meg, míg esetünkben a beruházási döntés az adott periódusra vonatkozik. Ez a módosítás azért szükséges, mert az eredeti feltevés mellett egy térbeli egyensúly nem lenne analitikusan megoldható.²⁷ A másik fontos különbség a vállalatok számára hozzáférhető technológiai tudás állományának, azaz $\lambda_t(\omega, j)$ változónak az értelmezésében rejlik. Young (1998) ez alatt azt a technológiai szintet érti, amely mellett további K+F beruházás nélkül is előállítható az ω terméktípus t -ig megjelent legmagasabb minőségű változata. Ezzel szemben én a technológiai tudás szintjére úgy tekintek, mint arra a tudásra és tapasztalatra, amit a vállalat a korábbi termékfejlesztések során, illetve a versenytársaik korábbi termékeinek megismerése nyomán gyűjtött.

Az endogén növekedés a technológia fejlődés dinamikáján keresztül épül be a modellbe. Felteszem, hogy a vállalatok régión belül hozzáférnek egymás termékeinek előző generációjához, ezáltal tökéletesen informáltak közeli versenytársaik $t - 1$ időszakban piacra dobott termékeinek minőségéről. Ez azt eredményezi, hogy mindegyik vállalat automatikusan rendelkezik azzal a technológiai nívóval, ami a régió legmagasabb minőségű, $t - 1$ -ben gyártott termékváltozatának előállításához szükséges. Ezt a következőkben $\tilde{\lambda}_t(j)$ jelöli. A vállalatok ezen felül hozzáférnek más régiókban előállított termékek előző generációjának prototípusaihoz is, amelyekből korlátozottan, de szintén tanulhatnak.²⁸ A többi

²⁷Bond-Smith, McCann és Oxley (2017) próbálkozott a klasszikus Krugman-féle új gazdaságföldrajzi modell és a skáláhatásoktól mentes növekedési modellek ötvöztetésével, ugyanakkor az így kapott regionális növekedési modell nem volt analitikusan megoldható.

²⁸A régiók közti tudástranszfer jelentőségét a tudástermelés folyamatában többek között Sebestyén és Varga (2017) vizsgálta.

régióból szerzett ismeretek annál hasznosabbak a j -ben tevékenykedő vállalat számára, minél magasabb minőségi nívót képvisel a másik régió a vállalat régiójával szemben.²⁹ Ebben az esetben ugyanis az alacsonyabb technológiai szinten álló régiók vállalatai a fejlettebb térségekből származó hasonló termékek lemásolása révén gyorsabb ütemben képesek növelni ismereteiket, mint a technológiai határ közelében lévő versenytársaik, akik már csak további K+F beruházások útján tudnak magasabb technológiai szintre lépni és jobb terméket előállítani.³⁰ Felteszem továbbá, hogy a t -ben megfigyelt technológiai színvonalra a helyi termékváltozatosság is hatást gyakorol, amit a $t - 1$ -ben piacra dobott helyi termékek száma fejez ki. A változatosság jelentősége a technológiai fejlődés szempontjából azért fontos, mert az innováció értelmezhető egyfajta kombinációs folyamat eredményeként (Schumpeter 1939). Az új termékek kifejlesztése, illetve a meglévő termékek minőségének javítása során a vállalatok részben a rendelkezésre álló technológiai tudás elemeit kombinálják. Minél nagyobb a helyi technológiai tudás termékszámban kifejezett bázisa, annál több lehetőség rejlik a meglévő tudás kombinálásán alapuló innovációs tevékenység folytatásában.³¹ Ennek megfelelően $\lambda_t(j)$ a következőképpen alakul az i -ben működő cég esetében:

$$\begin{aligned}\lambda_t(j) &= \tilde{\lambda}_{t-1}(j) \left(\int_S \tau(k) \frac{\tilde{\lambda}_{t-1}(k)}{\tilde{\lambda}_{t-1}(j)} dk \right)^\rho n_t(j)^\theta \\ &= \tilde{\lambda}_{t-1}(j)^{1-\rho} \left(\int_S \tau(k) \tilde{\lambda}_{t-1}(k) dk \right)^\rho n_t(j)^\theta\end{aligned}\tag{7}$$

ahol $\rho \in (0, 1)$ a régiók közti tudásáramlás hatékonyságát befolyásoló paraméter, $\theta > 0$ a termelékenység helyi termékszámra vonatkozó rugalmassága, $\tau(k)$ pedig a régiók aggregát technológiára gyakorolt hatásának erősségét adja meg. Esetünkben $\tau(k)$ független a régiók relatív elhelyezkedésétől, tehát egy adott u régió minden más régióra ugyanazt a technológiai hatást fejti ki.³²

²⁹ A vállalatok közti technológiai diffúzió modellezése során Aghion és Howitt (2009), Howitt (2000), illetve Ertur és Koch (2011) élt hasonló feltételezéssel.

³⁰ A technológiai lemaradásból fakadó növekedési előny gondolata eredetileg Gerschenkron (1962) munkásságához köthető, aki amellett érvelt, hogy minél nagyobb a gazdasági lemaradása egy országnak, annál nagyobb lehetőséget hordoz magában a technológiai adaptáció. Ennek okát abban látta, hogy a lemaradók számára olcsóbban hozzáférhetőek azok a technológiák, melyek költségét korábban a vezető ipari országok vállalatai állták.

³¹ A termékváltozatok számán keresztül megnyilvánuló hatás háttérében egyéb agglomerációs mechanizmus is állhat (pl. párosítás, tényezőmegosztás), ld. az 1.3. fejezetet.

³² Ez a feltételezés nyilvánvalóan túlságosan restriktív és ellentmond a tudás térbeli terjedésével kapcsolatos eddigi tapasztalatoknak (lásd pl. Audretsch és Feldman 1996, Jaffe, Trajtenberg és Henderson 1993, Agrawal, Kapur és McHale 2008, Murata et al. 2014, Lengyel et al. 2019), ugyanakkor a modell analitikus megoldásához elengedhetetlen. A modell gyakorlati alkalmazása során azonban már nem szükséges ragaszkodnunk ehhez a feltételezéshez. A tudás térbeli áramlásának folyamatát a valóságban többek között a vállalati együttműködések térbelisége, a tudásmegosztást támogató szervezeti kultúra és számos

A technológiai lehetőségek ismeretében a vállalatok először arról döntenek, hogy az adott időszakban termelnek-e, vagy kilépnek a piacról. Ha úgy döntenek, hogy t -ben is a piacon maradnak, meg kell határozniuk az aktuális termék minőségét és ezzel együtt az innovációs ráfordítás mértékét. Ugyanez a helyzet az új belépőkkel is, akik először dobznak piacra terméket. Az innovációs beruházást követően a vállalatok a termékből bármekkora mennyiséget gyárthatnak lineáris termelési technológia mellett, amely már független a megcélzott minőségtől: egységnyi mennyiségű termék előállításához egységnyi munkaerő szükséges. A munkaerőpiacon tökéletes verseny uralkodik, ezért minden j -ben működő vállalat ugyanazt a $w_t(j)$ bért fizeti munkavállalóinak, függetlenül attól, hogy azok a termelésben, vagy a termékfejlesztésben vesznek-e részt. Ebből fakadóan a vállalatok termelési körülményei a régióon belül azonosak, így a szabad ki- és belépés a gazdasági profitot minden t -ben nullára redukálja. Ennek a modell megoldhatósága szempontjából kiemelt jelentősége van, hiszen ilyen körülmények között a vállalatok nem számolnak azzal, hogy jelenlegi döntéseik milyen hatással lesznek a jövőbeli profitra, hiszen az minden időszakban nulla. A vállalatok dinamikus profitmaximalizálási problémája tehát felosztható statikus problémák sorozatára, az idődimenzió az optimalizálás során nem okoz problémát. Ennek megfelelően a t -edik időszakra vonatkozó profitmaximalizálási feladat a j -ben működő vállalat esetében:

$$\max_{p_t(\omega, j), \bar{\lambda}_t(\omega, j)} (p_t(\omega, j) - w_t(j)) X_t(\omega, j) - w_t(j) (l_t(\omega, j) + f)$$

ahol $X_t(\omega, j)$ az ω -edik termékváltozat iránti teljes kereslet a gazdaság egészében:

$$X_t(\omega, j) = \alpha p_t(\omega, j)^{-\sigma} \bar{\lambda}_t(\omega, j) \int_S v_t(i) L_t(i) P_t(i)^{\sigma-1} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} di.$$

A vállalatok belépése egészen addig zajlik, amíg a gazdasági profit nullára nem redukálódik:

$$(p_t(\omega, j) - w_t(j)) X_t(\omega, j) = w_t(j) (l_t(\omega, j) + f). \quad (8)$$

A profitmaximalizálási feladat megoldásához célszerű a (6) termelési függvényt a munkaerő-egységekben vett innovációs ráfordításra kifejezni:

$$l_t(\omega, j) = \left(\frac{\bar{\lambda}_t(\omega, j)}{\lambda_t(\omega, j)} \right)^{\frac{1}{\gamma}}.$$

egyéb intézményi tényező is befolyásolja, így a technológiai tudás áramlásának folyamatáról szerzett előzetes ismereteink alapján $\tau(\cdot)$ változót igény szerint megadhatjuk a régiók közti távolság, vagy akár egyéb endogén változók függvényében is.

Ezt felhasználva a szélsőérték-feladat elsőrendű feltételei:

$$(p_t(\omega, j) - w_t(j)) \frac{\partial X_t(\omega, j)}{\partial p_t(\omega, j)} + X_t(\omega, j) = 0, \quad (9)$$

$$(p_t(\omega, j) - w_t(j)) \frac{\partial X_t(\omega, j)}{\partial \bar{\lambda}_t(\omega, j)} + w_t(j) \frac{\partial l_t(\omega, j)}{\partial \bar{\lambda}_t(\omega, j)} = 0, \quad (10)$$

A vállalati szimmetriát kihasználva, (9) átrendezésével $p_t(\omega, j)$ -re a monopolisztikus versenypiacok esetében megszokott összefüggést kapjuk,

$$p_t(\omega, j) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} w_t(j) = p_t(j), \quad (11)$$

mely szerint a vállalatok az árazás során ugyanazt az állandó árrest alkalmazzák, így a régióban előállított termékváltozatok ára azonos. A (10) elsőrendű feltételbe behelyettesítve (8) és (11) összefüggéseket, megkapjuk a termékfejlesztésben résztvevő munkaerő egyensúlyi létszámát bármely ω terméket előállító vállalat esetében:

$$l_t(\omega, j) = \frac{\gamma}{1 - \gamma} f = l, \quad (12)$$

. Ez annyit tesz, hogy a munkaerőben kifejezett innovációs ráfordítás minden t -re konstans, és kizárólag az f állandó költség és γ paraméter függvénye. Ezt behelyettesítve (6) függvénybe, a j -ben működő vállalatok által t periódusban megcélzott egyensúlyi minőség:

$$\bar{\lambda}_t(j) = \left(\frac{\gamma f}{1 - \gamma} \right)^\gamma \lambda_t(j). \quad (13)$$

Ebből egyenesen következik, hogy $\tilde{\lambda}_t(j) = \bar{\lambda}_t(j)$, mivel minden j -beli vállalat azonos minőségű terméket dob piacra. Vegyük észre, hogy a vállalatok innovációs döntése nyomán minden $j \in S$ régióban azonos arányban növekszik a termékek minősége, hiszen a fejlesztők száma mindenhol azonos: $\frac{\gamma}{1 - \gamma} f$. A különböző régiókban gyártott termékek minőségbeli eltéréseit tehát nem befolyásolják a vállalatok régióként eltérő döntései, csupán a vállalatok számára t -ben adott technológiai színvonal. Ha eltekintünk a régiók közti tudástranszfer lehetőségétől, illetve attól, hogy a $K + F$ termelékenység függ a változatosságtól, minden régió azonnal egyensúlyi növekedési pályára állna, melynek üteme $\left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} f \right)^\gamma$. Ezeket a tényezőket figyelembe véve azonban a régiók egészen eltérő növekedési pályákat futhatnak be.

A termékárat (9) és az innovációs ráfordítást (12) behelyettesítve a nulla-profit feltételbe (8), a vállalat kibocsátása $(\sigma - 1)f(1 - \gamma)^{-1}$, a lineáris termelési függvényből adódóan

pedig a j régióban előállított termékváltozatok (vállalatok) száma egyensúlyban:

$$n_t(j) = (1 - \gamma) \frac{L_t(j)}{\sigma f}. \quad (14)$$

A termékek száma tehát egyenesen arányos a régió teljes munkakínálatával.

2.1.3. Kereskedelem és árszínvonal

A régiók között zajló áruforgalom a modell szerint a gravitáció elvén működik. Ennek belátásához tekintsük egy tetszőleges termékváltozat keresletét (1), illetve az árindexet (2). Ezeket kombinálva és összegezve minden olyan termékre, melyet j -ben állítottak elő, majd behelyettesítve (11) és (14) összefüggéseket, a j -ben előállított termékekre szánt kiadások aránya az i -ben lakó fogyasztók körében:

$$\pi_t(i, j) = \frac{w_t(j)^{1-\sigma} L_t(j) \bar{\lambda}_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma}}{\int_S w_t(k)^{1-\sigma} L_t(k) \bar{\lambda}_t(k) \varsigma(i, k)^{1-\sigma} dk}. \quad (15)$$

Két tetszőleges i és j térség között a kereskedelem intenzitása egyrészt függ a térségek között felmerülő szállítási költségektől, illetve attól, hogy a többi $u \in S$ régió felé történő szállításkor mekkora költségek merülnek fel. A kereskedelem szállítási költségekre vonatkozó rugalmassága egyedül a termékváltozatok közti helyettesítési rugalmasság függvénye. Ezen felül $\pi_t(i, j)$ alakulását meghatározza az ellátó régió lakosságszáma is, amely (14) értelmében lineáris összefüggésben áll a j -ben előállított termékváltozatok számával. Minél többféle horizontálisan differenciált terméket állítanak elő j -ben, annál nagyobb arányban részesedik ez a régió egy másik régió kiadásaiból.

Kihasználva, hogy $\varsigma(i, i) = 1$, (15) egyenlet segítségével egyszerűen kifejezhető a helyben előállított termékekre szánt kiadások hányada is:

$$\pi_t(i, i) = \frac{w_t(i)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_i(t) L_t(i)}{\int_S w_t(k)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_t(k) L_t(k) \varsigma(i, k)^{1-\sigma} dk}. \quad (16)$$

A fogyasztók tehát annál többet költenek helyi termékekre, minél magasabb a termékminőség és a régió lélekszáma, illetve minél alacsonyabb a helyi bérszint. A minőség hatása egyértelmű, a másik két tényező hatásiránya azonban némi magyarázatra szorul. Mivel (14) értelmében a helyi termék választék a munkakínálat lineáris függvénye, a lakónépesség emelkedése a választék bővülésén keresztül növeli a helyi termékekre szánt kiadások arányát. Emellett, ha a bérszínvonal alacsony, a fogyasztók inkább az olcsóbb helyi termékeket részesítik előnyben, melyeket nem terhel szállítási költség.

A kereskedelmi relációk a helyi termékekre szánt kiadások arányán keresztül az árszínvonalat is befolyásolják. Ennek belátásához először kombináljuk (11), (14) és (2) egyenleteket,

$$P_t(i) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \left(\frac{1 - \gamma}{\sigma f} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left(\int_S w_t(j)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_t(j) L_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj \right)^{\frac{1}{1-\sigma}},$$

majd ezt követően helyettesítsük be (16) egyenletet is $P_t(i)$ -be:

$$P_t(i) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \left(\frac{1 - \gamma}{\sigma f} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} w_t(i) \left(\frac{\bar{\lambda}_t(i) L_t(i)}{\pi_t(i, i)} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}. \quad (17)$$

Eszerint a helyi termékek minősége és a lakosságszám egyaránt csökkentik az árszínvonalat, míg a bérek és a helyi termékekre szánt kiadások hatása pozitív. Az urbanizált térségekben tehát a munkavállalók megélhetési költségei alacsonyabbak.

2.2. Általános egyensúly

A fogyasztói preferenciák, a termelési feltételek, illetve a technológiai változás dinamikájának ismeretében definiálható a gazdaság egyensúlyi állapota, melyben a termék- és lakáspiacok, illetve a munkaerőpiac egyaránt megtisztulnak, miközben a várható fogyasztói haszon térbeli kiegyenlítődése miatt a munkavállalókat semmi sem ösztönzi arra, hogy adott t -ben megváltoztassák lakóhelyüket. Feltételezve, hogy $(\lambda_t, H) : S \rightarrow \mathbb{R}_{++}$ és $\varsigma : S \times S \rightarrow [0, \infty)$ folytonos függvények, az egyensúlyi állapotot a következőképpen definiálhatjuk:

1. Definíció. Azt mondjuk, hogy $(\lambda_t, H) : S \rightarrow \mathbb{R}_{++}$ technológia és lakóterület $\varsigma : S \times S \rightarrow \mathbb{R}_{++}$ szállítási költségek, illetve $\alpha, \beta, \gamma, \sigma, \theta, \tau, \rho$ és f paraméterek mellett a gazdaság egyensúlyi állapotát a $(w_t, \bar{\lambda}_t, L_t, P_t, r_t) : S \rightarrow \mathbb{R}_{++}$ vektorok és \bar{u}_t skalár határozzák meg $t = 1, 2, \dots$ -re, ha a következő feltételek maradéktalanul teljesülnek:

1. A fogyasztók a haszon maximalizálásra törekednek, a termékek és a lakhatás iránt támasztott kereslet (3) és (1) szerint alakul.
2. A vállalatok a profit maximalizálására törekednek, tehát (11), (12) és (13) teljesül minden $j \in S$ esetében.
3. A teljes kiadás és jövedelem minden régió esetében kiegyenlítődik, a kereskedelem egyensúlyban van:

$$w_t(j) L_t(j) = \int_S w_t(i) L_t(i) \pi_t(i, j) di. \quad (18)$$

4. A lakáspiac minden régióban megtisztul:

$$r_t(i)H_t(i) = (1 - \alpha)v_t(i)L_t(i). \quad (19)$$

5. A fogyasztói haszon minden $t = 1, 2, \dots$ periódusban kiegyenlítődik a régiók között:

$$u_t(i) = \bar{u}_t, \quad \forall i \in S \quad (20)$$

6. A munkaerőpiac a gazdaság egészében megtisztul:

$$\bar{L} = \int_S L_t(i) di.$$

7. A technológiai tudás szintje (7) szerint változik időben.

Az endogén térbeli modellünk egy olyan térbeli gazdaságot definiál, amelynek minden t -re létezik egyensúlyi állapota, ami bizonyos algebrai feltételek teljesülése mellett egyértelmű. Ennek igazolásához először kombináljuk (18) egyensúlyi feltételt a helyi termékekre szánt kiadások arányával (16) és az (20) értelmében kiegyenlített indirekt haszonnal (5), melynek eredményeként

$$w_t(i)^\sigma \lambda_t(i)^{-1} = A_t \int_S w_t(j)^\sigma L_t(j)^{1-(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(j)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj. \quad (21)$$

egyenletrendszert kapjuk $w_t(i)$ és $L_t(i)$ változókra. Ezzel párhuzamosan, az indirekt haszont $P_t(i)$ -re kifejezve, majd ezt kombinálva (17) egyenlettel, a következő egyenletrendszert kapjuk:

$$w_t(i)^{1-\sigma} L_t(i)^{(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(i)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}} = A_t \int_S w_t(j)^{1-\sigma} L_t(j) \lambda_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj. \quad (22)$$

Az általános térbeli egyensúlyt tehát kifejezhetjük a bérek, a munkaerő-kínálat, illetve A_t skalár segítségével, amihez a fenti $S \times 2$ egyenletből álló rendszer megoldása vezet el. Tekintve, hogy az egyenletrendszer nem lineáris, további korlátozó feltevések nélkül analitikusan nem megoldható. Ezért az egyértelmű egyensúly létezését arra az esetre vizsgálom, amikor a szállítási költségek szimmetrikusak, tehát

$$\varsigma(i, j) = \varsigma(j, i), \quad \forall i, j \in S.$$

teljesül. Ez a feltételezés a gyakorlatban annyit jelent, hogy az áru fuvarozása során felmerülő transzferköltségek nem irányfüggők.³³ Ebben az esetben a fenti egyenletrendszer tovább egyszerűsíthető, szimmetrikus szállítási költségek mellett ugyanis (21) és (22) rendszerek a következő zárt alakú megoldást implicálják a bérekre:

$$w_t(i)^{1-2\sigma} = \lambda_t(i)^{-1} \left(\frac{L_t(i)}{H(i)} \right)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}}. \quad (23)$$

Ha (23) teljesül, bármely $w_t(i)$ és $L_t(i)$, ami megoldja (21) rendszert. Igazolható, hogy (23) egyértelmű kapcsolatot definiál $w_t(i)$ és $L_t(i)$ között. Ha behelyettesítjük (23) egyenletet (23)-be, egy olyan integrálegyenlet-rendszert kapunk, amely $\lambda_t(\cdot)$, $H(\cdot)$, $\varsigma(\cdot, \cdot)$ illetve a munkaerő-piac megtisztulása révén endogén módon meghatározott A_t ismeretében egyértelmű kapcsolatot teremt a régiók munkakínálata (vagy lakossága) között:

$$\lambda_t(i)^{-\tilde{\sigma}} L_t(i)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1} H(i)^{-\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1} = A_t \int_S \lambda_t(j)^{1-\tilde{\sigma}} L_t(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2} H(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 \frac{\sigma-1}{\sigma}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj, \quad (24)$$

ahol

$$\tilde{\sigma} = \frac{\sigma - 1}{2\sigma - 1},$$

$$\tilde{\alpha}_1 = \sigma \frac{1 - \alpha}{\alpha},$$

$$\tilde{\alpha}_2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma - 1} - \frac{\sigma - 1}{\sigma} \tilde{\alpha}_1.$$

Ezt az egyenletrendszert felhasználva igazolhatjuk a következő állítást:

1. Állítás (Általános egyensúly). *A gazdaságnak létezik egyértelmű egyensúlyi állapota, amennyiben teljesül, hogy $\sigma(1 - \alpha) \geq 1$. Ebben az esetben a modell megoldható iterációs eljárással.*

Bizonyítás. lásd az A. Függelék A.1. pontjában. □

Az egyértelmű térbeli egyensúly létezése attól függ, hogyan viszonyulnak egymáshoz a földrajzi koncentráció irányába mutató centripetális, illetve a diszperziót elősegítő centrifugális erők. Ahhoz, hogy biztosan létezzen egyértelmű egyensúly, a centrifugális erőknek mindig felül kell kerekedniük a centripetális erőkön, különben az agglomerációs hatások a kumulatív okság pozitív visszacsatolási mechanizmusain keresztül a teljes lakosságot a tér

³³A szállítási költségek a valóságban általában asszimmetrikusak, amit egyrészt okozhat a domborzati viszonyok, az útvonalat átszelő határok, melyek átjárhatósága a menetiránytól függ (pl. schengeni határok), illetve egyéb diszkrét tarifalépcsők is.

egyetlen pontjába sűríténék. A fenti állításban foglalt egyszerű algebrai feltétel biztosítja, hogy ez ne történjen meg. Esetünkben a feltétel ugyanaz, mint Helpman (1998), Redding és Sturm (2008), illetve Redding és Rossi-Hansberg (2017) esetében, ahol a gazdasági koncentrációt előidéző centripetális hatás a termékválaszték sokszínűségének szeretetéből adódik. A lakosság növekedésével egyre nagyobb lesz a régióban előállított termékváltozatok száma, ami még vonzóbbá teszi a régiót a munkavállalók számára, ugyanis a termékválaszték bővülése lehetőséget nyújt a fogyasztás sokszínűvé tételére (love of variety). A munkavállalók fogyasztói kosarába nagyobb arányban kerülnek olyan helyi termékek, melyek elszállítását nem kell megfizetni, így olcsóbbak. Minél kisebb σ értéke, azaz minél kevésbé helyettesítik egymást a különféle termékváltozatok, annál nagyobb a helyi választék bővüléséből származó agglomerációs hatás.³⁴

A lakosságszám emelkedése ugyanakkor nyomást gyakorol a helyi lakáspiacra, ami felhajtja a bérleti díjakat, illetve rugalmatlan kínálat mellett csökkenti az egy főre jutó lakóterület méretét. Minél nagyobb a lakhatási kiadások aránya a munkavállalók körében $(1 - \alpha)$, annál inkább csökken a munkavállalók életszínvonala a régió növekedésével, hiszen a magas bérleti díjak miatt nőnek a munkavállalók megélhetési költségei. Ezzel szemben, ha a lakhatási kiadások aránya annyira alacsony, hogy $\sigma(1 - \alpha) > 1$ nem teljesül, a helyi termékek intenzívebb fogyasztásából származó többlethaszon ellensúlyozza a megélhetési költségek negatív hatásait, ezért a sűrűn lakott térségek tartósan vonzóak maradnak a munkavállalók számára. Ekkor a teljes népesség a szállítási költségek térbeli szerkezetétől függetlenül egyetlen régióba tömörül, a többi régió pedig teljesen elnéptelenedik. Ez az állapot is egyfajta egyensúlyi megoldás, ugyanakkor nem egyértelmű, hiszen az, hogy a tényleges koncentráció hol fog kialakulni, az a kezdeti feltételek függvénye. Nyilvánvalóan, a teljes koncentráció a fenti feltétel teljesülése esetén is előállhat, de ekkor ez az egyetlen (egyértelmű) egyensúlyi végkimenetel. Végül, ha a termékek tökéletes helyettesítők ($\sigma \rightarrow \infty$), a gazdaság egyetlen lehetséges térbeli szerkezetét S darab tökéletesen önellátó régió alkotja, ami az állandó mérethozadékkal jellemzett tökéletes verseny térbeli egyensúlyi állapotának felel meg.

Az egyértelmű egyensúly létezése módot ad arra, hogy a modellt felhasználhassuk az endogén változók térbeli eloszlásának előrejelzésére. Ha ismerjük ς és H értékeit minden $i \in S$ térségre, illetve λ_0 kezdeti eloszlását valamely $t = 0$ időpontra, az állítás értelmében iterációs eljárással kiszámíthatjuk a modell endogén változóinak egyensúlyi eloszlását $t =$

³⁴Ennek egyszerűbb megértéséhez gondoljuk csak végig, hogy a termékválaszték növekedése csak akkor segíti a fogyasztás diverzifikálását, ha a termékek kellőképp különböznek egymástól (gyenge helyettesítők). Ha ugyanis a termékek ugyanolyanok, vagy legalábbis nagyon hasonlóak (jó helyettesítők), a nagyobb választék ellenére az összeállított jószágkosarunk nem válna sokkal sokszínűbbé.

1-re, majd (7) segítségével meghatározhatjuk λ_1 eloszlását $t = 1$ periódusra. Ezeket a lépéseket követve a modellt annyiszor léptethetjük előre időben, ahányszor szükséges.³⁵

2.3. Egyensúlyi növekedési pálya

Az előző állítás értelmében a piacok úgy alkalmazkodnak, hogy a gazdaság minden periódusban egyensúlyba kerüljön. Ez az egyensúlyi állapot azonban nem maradandó, hiszen a kezdeti feltételek, s ezek közül különösen λ_t időbeli változása befolyással bír a népesség jövőbeli egyensúlyi eloszlására. Kihasználva, hogy $\tilde{\lambda}_t(j) = \bar{\lambda}_t(j)$, az időperiódusokat összekötő (7) egyenletet az egyensúlyi termékminőséggel (13), illetve a helyben előállított termékváltozatok egyensúlyi számával (14) kombinálva megadhatjuk a technológia növekedési ütemét $t + 1$ és t időszakok között a t -ben esedékes technológiai színvonal és az egyensúlyi népességszám függvényében:

$$\frac{\lambda_{t+1}(j)}{\lambda_t(j)} = \sigma^{\theta(\rho-1)} \gamma^\gamma \left(\frac{1-\gamma}{f} \right)^{\theta(1-\rho)-\gamma} \lambda_t(j)^{-\rho} L_t(j)^\theta \left(\int_S \tau(k) \lambda_t(k) dk \right)^\rho. \quad (25)$$

A technológia fejlődésére tehát hatással van a technológia aktuális szintje, a lakosság-szám, illetve a többi régió technológiai színvonala is. Figyeljük meg, hogy $\lambda_t(j)$ hatása a technológiai fejlődésre negatív, tehát a technológiai bővülés fokozatosan lassul, ahogy a régió fejlődik. Ezt azonban ellensúlyozza a lakosságszám növekedése, illetve a többi régió technológiai színvonala, ami gyorsítja a technológia fejlődését. A lakosságszám pozitív hatása arra vezethető vissza, hogy a helyben előállított termékek száma (14) értelmében egyenesen arányos a régió méretével, a választék sokszínűsége tehát lényegében egyfajta dinamikus agglomerációs hatásként érvényesül.³⁶ Minél nagyobb a termékválaszték hatása a helyi innovációs potenciálra (tehát minél nagyobb θ értéke), annál erősebb a dinamikus agglomerációs hatás, ha azonban a régióhatárokon átívelő tudástranszfer kellően hatékony (ρ értéke magas), a régióméret technológiai fejlődésre gyakorolt pozitív hatása mérséklődik.

A lakosságszám tehát közvetlenül hat a technológia jövőbeli színvonalára, ami befolyásolja a gazdasági szereplők döntéseit $t + 1$ -ben, a piacok alkalmazkodása pedig egy új egyensúlyi állapot felé mozdítja el a rendszert. Ezt követően a $t + 1$ -re vonatkozó egyensúlyi népességeloszlás meghatározza a technológia növekedését $t + 1$ és $t + 2$ között, és így tovább.³⁷ Az, hogy hová vezet ez a folyamat, nem egészen egyértelmű. Elképzelhető például,

³⁵ Az endogén változók egyensúlyi térbeli eloszlásának meghatározásához használt iterációs eljárás lépéseit a A függelék tartalmazza.

³⁶ A választék és a lakosságszámban kifejezett városméret közti pozitív kapcsolat tapasztalati úton is igazolható, újabban lásd pl. Handbury és Weinstein (2015) elemzését.

³⁷ Értelemszerűen ahhoz, hogy ez a folyamat működjön, kezdeti feltételként \bar{L} mellett ismernünk kell minden $j \in S$ régióra a technológiai lehetőségek alakulását $t = 0$ időpontban: λ_0 .

hogy a régió határain átívelő túlcordulási hatások annyira gyengék, hogy a szomszédos térségek nem, vagy csak alig profitálnak az egymástól való tanulásból, így a technológia növekedési ütemét θ nagyságától függően a régió lakosság száma határozza meg. Ebben az esetben az idő előrehaladtával a rendszer a teljes koncentráció irányába tolódik el, hiszen az a régió fog a leggyorsabban növekedni, ahol a lakosság száma kezdetben a legmagasabb volt. Egy másik lehetőség, hogy a gazdaság nem tart semmilyen kitüntetett állapot felé, a régiók növekedési rátái ingadoznak. Végül elképzelhető az is, hogy a gazdaság egyensúlyi növekedési pályára áll, melyet külső sokkhatás nélkül soha nem hagy el. Ezt a növekedési pályát a következőképpen definiáljuk:

2. Definíció (Egyensúlyi növekedés). *A gazdaság egyensúlyi növekedési pályára áll, ha az endogén változók növekedési üteme térben kiegyenlítődik és időben állandósul.*

Ez a növekedési pálya csupán egy elméleti megfontolás, mely nem következik egyenesen a modellből, mégis érdemes megvizsgálni, hogy milyen feltételek mellett következhet be, hiszen az egyensúlyi növekedés keretfeltételeiből levezetett megállapítások elméleti és szakpolitikai szempontból is értékesek lehetnek. Ennek felderítéséhez abból indulunk ki, hogy (25) bal oldala egyensúlyi növekedés mellett definíció szerint konstans. Ezt kihasználva fejezzük ki az egyenletet $\lambda_t(j)$ -re, majd mindkét oldalt osszuk el $\lambda_t(k)$ -val:

$$\frac{\lambda_t(j)}{\lambda_t(k)} = \left(\frac{L_t(j)}{L_t(k)} \right)^{\frac{\theta}{\rho}}. \quad (26)$$

Ebből az összefüggésből az látható, hogyha a gazdaság egyensúlyi növekedési pályán van, a technológiai színvonal relatív eltéréseit kizárólag a régiók méretkülönbségei okozzák. A technológiai fejlettség eltéréseinek mértékét θ és ρ paraméterek vezérlik. Mivel a kitevőben lévő paraméterkombináció pozitív, ezért minél nagyobb egy régió lakosság számában kifejezett mérete egy másik régióhoz képest, annál nagyobb a sűrűbben lakott térség technológiai fölénye. A helyi termékválaszték bővülésének dinamikus agglomerációs hatása (θ) ezt a fölényt növeli, az interregionális tudástranszfer (ρ) azonban nivellálja a technológiai egyenlőtlenségeket. Felhasználva ezt az összefüggést, illetve a munkaerő-piaci egyensúlyt, igazolható a következő állítás:

2. Állítás (Egyensúlyi növekedési pálya). *Az egyensúlyi növekedési pálya akkor létezik, ha teljesül, hogy*

$$1 + \frac{\alpha\theta}{\rho} \leq \sigma(1 - \alpha).$$

Bizonyítás. lásd az A. Függelék A.2. pontjában. □

Az egyensúlyi növekedési pálya elvi létezésének tehát sokkal szigorúbb feltételei vannak, mint az általános (statikus) térbeli egyensúlynak. Ennek megértéséhez nem kell a pusztá intuíciónál messzebbre nyúlnunk, a magyarázat ugyanis adja magát. Ahhoz, hogy a gazdaság egyensúlyi növekedési pályára álljon, nem elég, hogy a centrifugális erő $(1 - \alpha)$ felülkerekedjen a koncentráció irányába mutató statikusan ható centripetális erőn (σ) , a rendszer időbeli dinamikáját meghatározó tényezőknek is megfelelően kell alakulniuk. A technológiai túlsordulás (ρ) hatásainak elég erősnek kell lennie ahhoz, hogy a termékválaszték sokszínűségéből adódó dinamikus agglomerációs hatásokat (θ) megfelelően szétterítse a földrajzi térben, s így megakadályozza a gazdaság fokozatos koncentrációdását. Figyeljük meg, hogy mi történik, ha $\rho = 0$, tehát egyáltalán nincs tudáscsere a régiók között. Ebben az esetben a fenti feltétel sosem teljesül, így soha nem állhat be egyensúlyi növekedés, a gazdaság az idő előrehaladtával egyetlen régióba tömörül, miközben az egymást követő periódusokban beáll a térbeli egyensúly. Ezzel szemben, amikor $\rho \in (0, \infty)$, a fenti paraméterfeltétel teljesülésének nincs technikai akadály, ugyanakkor ρ értékének elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy θ hatását mérsékelje.

Az egyensúlyi növekedés feltételének teljesülése tehát garantálja az általános egyensúly létezését is minden egymást követő $t = 1, 2, \dots$ időszakra, ráadásul definíció szerint biztosítja azt is, hogy az endogén változók (népesség, bér, lakásbérlet stb.) növekedési üteme állandósuljon. Ebből egyenesen következik, hogyha \bar{L} konstans és a munkaerő eloszlása állandósul, az egyes régiók lélekszáma nem változik tovább. Az egy főre jutó jövedelem egyensúlyi növekedését pedig az endogén változók közül egyedül az aggregált munkakínálat, illetve annak földrajzi eloszlása befolyásolja, mint Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) modelljében:

3. Állítás (Egy főre jutó jövedelem növekedési üteme). *Ha az előző állításban foglalt algebrai feltétel teljesül, az egy főre jutó jövedelem növekedési üteme (g_w) bármely $j \in S$ régióban:*

$$g^w = \sigma^{-\frac{\theta}{2\sigma-1}} \gamma^{\frac{\gamma}{2\sigma-1}} \left(\frac{1-\gamma}{f} \right)^{\frac{\theta-\gamma}{2\sigma-1}} \left(\int_S \tau(k) L_t(k)^{\frac{\theta}{\rho}} dk \right)^{\frac{\rho}{2\sigma-1}}. \quad (27)$$

Bizonyítás. lásd az A. Függelék A.3. pontjában. □

Ez az eredmény a gyakorlati alkalmazás szempontjából kiemelt jelentőségű. Egyensúlyi növekedés mellett ugyanis erős skálahatások érvényesülnek, akárcsak Romer (1991), Grossman és Helpman (1991), valamint Aghion és Howitt (1992) korai endogén modelljeiben (ld. 1.2. fejezet). Ez annyit tesz, hogy a növekedés ütemét a teljes munkakínálat szintje is befolyásolja, a nagyobb gazdaságok tehát gyorsabban növekednek, mint a kisebbek. Az érvelés egyszerű: minél nagyobb a népesség, annál több felfedezés születik, ami gyorsítja a tudás felhalmozásának és a technológiai fejlődésnek az ütemét (Kremer 1993).

Ez a következtetés azonban nem minden területi szinten állja meg a helyét, az országok keresztmetszetén például nem mutatható ki semmilyen összefüggés a munkakínálat (vagy népesség) és a növekedés üteme között.³⁸ Erre az ellentmondásra először Jones (1995) hívta fel a figyelmet, aki a teljes tényezőtermelékenység és a teljes munkaerő-kínálattal arányos K+F foglalkoztatás hosszú idősorait tanulmányozta az OECD országokban. Jones rámutatott, hogy a vizsgált országok esetében a gazdaság növekedése messze alulmaradt a K+F foglalkoztatásban észlelt bővüléshez képest.

Felmerül tehát a kérdés, hogy ez az eredmény miként befolyásolja a modell előrejelző-képességét. Szerencsére a modell egyensúlyra vonatkozó következtetései és az empirikus megfigyelések között fennálló ellentmondás nem gátolja a modell gyakorlati alkalmazhatóságát, hiszen ahhoz, hogy valós adatokon teszteljük a modell predikciós erejét, egyrészt nem szükséges azzal a feltételezéssel élnünk, hogy a gazdaság egyensúlyi növekedési pályán van, másrészt az előrejelzés során az endogén változók szintjének térbeli egyenlőtlenségeire helyezem a hangsúlyt, amire az aggregált munkakínálat időbeli változása nincs hatással.

Egy másik fontos következtetés, hogy egyensúlyi növekedés mellett – definíció szerint – nincs jövedelmi konvergencia, hiszen a bérek a gazdaság egészében azonos ütemben növekednek. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a modell szerint a jövedelmek nem közelednek, tehát sohasem egyenlítődnének ki, hiszen ha a gazdaság nincsen állandósult egyensúlyi pályán, nincs elvi korlátja annak, hogy a régiók eltérő növekedési ütemei a jövedelmek kiegyenlítődének irányába mutassanak.

2.4. A jövedelem növekedését befolyásoló tényezők

Egyensúlyi növekedési pályán haladva az egy munkavállalóra jutó jövedelem változása a munkakínálat mindenkor eloszlásához kötött és időben állandó. Abban az esetben, ha nem áll be az állandósult állapot, a jövedelem növekedését több tényező is befolyásolja, melyek relatív hozzájárulását a dinamikus agglomerációs hatások és a tudástranszfer mellett a helyettesítési rugalmasság, illetve a lakhatási kiadások aránya is megszabja. Az egy főre jutó jövedelem növekedésében tehát az általános térbeli egyensúlyt meghatározó statikus erők intenzitása is legalább olyan fontos szerepet játszik, mint a technológiai változást vezérlő dinamikus folyamatok. Ennek részletes elemzéséhez tételezzük fel, hogy $\sigma(1-\alpha) \geq 1$ feltétel teljesül, tehát minden egymást követő időpontban beáll az egyensúly. Fejezzük ki a bért (21) egyenletből,

$$w_t(i) = A_t \lambda_t(i)^{\frac{1}{\sigma}} M A_t(i)^{\frac{1}{\sigma}},$$

³⁸A országon belül lehatárolt területegységek szintjén már egészen más a helyzet, az urbanizált régiókban érvényesülő agglomerációs hozadék tartósan befolyásolja a regionális gazdaság növekedését, a régiók szintjén tehát létezik hosszú távú összefüggés a lakosságsszámmal kifejezett méret és a növekedési ütem között (Glaeser et al. 1992, Quigley 1998, 2009, Henderson 2003, Lengyel és Szanyi 2011, Czaller 2016).

ahol $MA_t(i)$ az i -ben működő vállalatok termékei iránt támasztott teljes kereslet, vagy másként a piaci hozzáférés (MA: market access):

$$MA_t(i) = \int_S w_t(j)^\sigma L_t(j)^{1-(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(j)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj.$$

Az egy főre jutó jövedelem szintjét a technológia helyi színvonala, illetve a felvevőpiacok elérhetősége határozza meg. Mindkét hatás növeli a helyi termékek keresletét, ami fokozza a vállalatok munkaerőigényét és emiatt felfelé hajtja a béreket. Míg a technológia színvonala a termékek minőségén keresztül fejti ki a keresletnövelő hatást, $MA_t(i)$ a járások relatív elhelyezkedésén keresztül hat. $MA_t(i)$ lényegében a termékekre szánt teljes ráfordítás területi mozgóátlaga, melyhez a súlyok $\varsigma(., .)$ egyes elemei. Minél közelebb helyezkedik el az i -edik régió a nagyobb piacokhoz, annál magasabb termékkeresletre számíthat, ami felhajtja a béreket. Ezzel szemben azok a periférikus térségek, ahol a piacok hozzáférhetősége korlátozott, ott a bérek alacsonyak maradnak.

Az országok keresztmetszetén végzett elemzések erős kapcsolatot mutatnak a bérek és a piacok hozzáférhetősége között (Redding és Venables 2004). Hasonlóan erős kapcsolat mutatható ki szubnacionális szinten is (Brakman, Garretsen és Schramm 2004, Hanson 2005, Bartelme 2016), ugyanakkor mindmáig vitatott, hogy a korreláció valódi oksági hatást rejt-e. Ennek vizsgálatára általában az instrumentális változók módszerét alkalmazzák, melynek lényege, hogy a piacok elérhetőségének hatását egy olyan instrumentum segítségével becsülik meg, amelyek összefüggenek a bérekkel, hatásukat azonban kizárólag $MA_t(i)$ -n keresztül fejtik ki. Az instrumentum akkor érvényes, ha nincsen közvetlen hatása a függő változóra, csak az elemzés középpontjában álló endogén változón (esetünkben $MA_t(i)$) keresztül hat. Ilyen változókat azonban nagyon nehéz találni, ezért az empirikus elemzések többsége valamilyen természetes kísérlet mentén próbálja a hatásokat azonosítani. Ennek egyik lehetséges útja a kereskedelmi liberalizáció elemzése, amivel kapcsolatban gyakran élnek azzal a feltevessel, hogy kizárólag $MA_t(i)$ megváltozásán keresztül hat a bérekre (Hanson 1996, 1997, Overman és Winters 2003). Ezek a tanulmányok megerősítik az oksági hatások létezésének gyanúját, ugyanakkor többen úgy tartják, hogy a liberalizációs folyamatok olyan politikai gazdasági tényezők hatására indulnak el, melyek a bérszínvonal meghatározása szempontjából endogének (Head és Mayer 2004, Redding 2010).

Egy másik gyakran járt út a közlekedési infrastruktúra-fejlesztés hatásainak elemzése, melyekkel kapcsolatban feltételezik, hogy szintén $MA_t(i)$ változón keresztül hatnak a bérekre (Donaldson 2016, Durantom és Turner 2014). Végül érdemes kiemelni azokat az elemzéseket, amelyek a piacok elérhetőségének oksági hatását a történelmi határváltozások segítségével elemzik. Redding és Strurm (2008) a II. világháború utáni Németország

kettészakításának, majd újraegyesítésének hatásait elemzi a bérszínvonalra. Ennek a tanulmánynak a legfőbb előnye, hogy az NDK és NSZK közti határ megállapítása főleg katonai szempontok szerint történt, illetve az országok szintjén végzett elemzésekben gyakran felmerülő intézményi tényezők hatása sem jelenik meg. Éppen ezért mindeddig Redding és Sturm (2008) elemzése szolgáltatja a legerősebb bizonyítékot a piaci hozzáférhetőség oksági hatásainak létezésére.

Az előző egyenlet segítségével a jövedelem növekedése kifejezhető a technológia bővülése és a piaci hozzáférhetőség változásának függvényében:

$$g_t^w(i) = g_t^u(i)^{\frac{1-\sigma}{\alpha}} g_t^\lambda(i)^{\frac{1}{\sigma}} g_t^{\text{MA}}(i)^{\frac{1}{\sigma}}$$

ahol g_t^x bármelyik x változását mutatja t és $t-1$ között. A technológia változásának mechanizmusát (25) egyenlet írja le, melyet behelyettesítve a fenti egyenletbe a bérek növekedését kifejezhetjük a technológia, a lakosság szám (vagy munkakínálat) kezdeti szintjének, illetve az $\text{MA}_t(i)$ változásának segítségével:

$$g_t^w(i) = \kappa_t^0 g_t^{\text{MA}}(i)^{\frac{1}{\sigma}} w_{t-1}(i)^{-\frac{\rho(2\sigma-1)}{\sigma}} L_{t-1}(i)^{\frac{\theta}{\sigma} + \rho \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1-\alpha}{\alpha}} H(i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

ahol

$$\kappa_t^0 = \sigma^{\frac{\theta(\rho-1)}{\sigma}} \gamma^{\frac{\gamma}{\sigma}} \left(\frac{1-\gamma}{f} \right)^{\frac{\theta(1-\rho)-\gamma}{\sigma}} g_t^u(i)^{\frac{1-\sigma}{\alpha}} \left(\int_S \tau(k) \lambda_t(k) dk \right)^{\frac{\rho}{\sigma}}.$$

Az egy főre jutó jövedelem dinamikájára több érdekes megállapítást is tehetünk. Először is, a modell magában hordozza a feltételes konvergencia lehetőségét. Minden egyéb tényező változatlanlansága mellett a bérek kezdeti szintje negatív hatással van a későbbi növekedésre, mivel $-\frac{\rho(2\sigma-1)}{\sigma} < 0$. A felzárkózás ütemét a technológiatranszfer hatékonysága (ρ) mellett a helyettesítési rugalmasság is befolyásolja. Minél intenzívebb a vállalatok közti tudásáramlás, illetve minél jobban helyettesítik egymást a különböző termékváltozatok, annál gyorsabb a szegényebb régiók felzárkózása.

A jövedelem kezdeti szintje mellett a munkakínálat kezdeti szintje is pozitívan korrelál az átlagjövedelem növekedésével, mivel $\frac{\theta}{\sigma} + \rho \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1-\alpha}{\alpha} > 0$. Ez a hatás egyértelműen azokat a régiókat favorizálja, ahol a munkakínálat eleve magasabb volt, az urbanizált térségekben tehát a jövedelemnövekedés a későbbiekben is gyorsabb. Ezt a hatást a hazai járárok esetében sikerült kimutatnom (Czaller 2016). Hasonló mértékű pozitív hatást fejt ki a növekedésre $H(i)$, illetve a piacok elérhetőségének változása is. Ha a közelben fekvő régiókban növekszik a lakosság jövedelme, az keresletet generál a helyi termékek iránt, ami szintén a bérek növekedésének irányába hat. A felvevőpiacok elérhetőségéből fakadó szomszédsági hatások leginkább a magasan urbanizált térségek közelében hatnak (Brakman, Garretsen és Schramm 2004, Hanson 2005).

Az egy főre jutó jövedelem időbeli dinamikáját tehát a munkakínálat kezdeti szintje, illetve a földrajzi elérhetőség egyaránt befolyásolják. A jólét területi különbségeinek csökkentését célzó regionális politika szempontjából ez a következtetés sajnos nem túl pozitív, tekintve, hogy a modell belső struktúrája az urbanizált és a könnyebben megközelíthető, centrális helyzetű térségek gyorsabb növekedését jelzi előre. Hiába jelzi a modell a feltételes konvergencia lehetőségét, a történeti örökség tartósan meghatározza a térségek jövőbeli kilátásait.

3. Szimuláció és előrejelzés

Az egyértelmű egyensúly létezése és a technológia fejlődés időbeli dinamikájára tett feltevések az előző fejezetben bemutatott endogén térbeli növekedési modellt olyan tulajdonságokkal ruházzák fel, melyek a gyakorlati alkalmazhatóság terén abszolút előnyt jelentenek a kizárólag elméleti következtetések levonására alkalmas új gazdaságföldrajzi modellek többségével szemben. Egyfelől az egyértelmű egyensúly létezése lehetővé teszi, hogy a valós megfigyelésekhez kalibrált $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ változókból, illetve \bar{L} rögzített értékéből kiindulva előrejelzéseket készítsünk a járási munkakínálat, az egy munkavállalóra jutó jövedelem, illetve a megélhetés költségeit meghatározó egyéb endogén változók, $P_t(i)$ és $r_t(i)$ jövőbeli eloszlásáról, másrészt lehetőséget biztosít különféle kormányzati beavatkozások és a gazdaságot érintő külső sokkhatások tényellentétes hatásvizsgálatára is.³⁹

A modell alkalmazásának lehetőségeit valós adatokon végzett szimulációk segítségével demonstrálom, melyek célja az endogén változók térbeli eloszlásának előrejelzése egy meghatározott időpontig. Ennek előfeltétele, hogy az elméleti modellt precízen hozzáigazítsuk a vizsgálat tárgyát képező gazdaság, jelen esetben Magyarország makrogazdasági és térbeli sajátosságaihoz. Ennek első lépéseként meg kell határozni az elemzés területi szintjét, illetve definiálni kell egy konkrét térfelosztást, amely megadja az elemzés alapegységeit. Ezt követően a modell paramétereire konkrét értékeket rendelünk, ráadásul oly módon, hogy a választott paraméterértékek reflektáljanak az elemzés tárgyát képező gazdaságban hosszú távon megfigyelt stilizált tényekhez. Miután rögzítésre kerültek a paraméterek, az utolsó lépés a munkaerő-kínálat és a munkavállalói jövedelem valós adatokkal történő megfeleltetése, illetve $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ kalibrálása.

Az előkészítés után a modell validálására kerül sor, ami alatt azt az eljárást értjük, ami bizonyítja, hogy a kalibrált modell eleget tesz a vele szemben támasztott követelményeknek és – rendeltetésszerű használat esetén – a kívánt eredményekre vezet. A validálási eljárás során a modell előrejelzéseit a múltban megfigyelt adatokhoz hasonlítjuk, majd az illeszkedés jóságából következtetünk a modell prediktív erejére. Ha a modell átmegy a múltbeli tényadatok magyarázatának próbatételén, az azt jelenti, hogy a hazai viszonyokra kalibrált modell alkalmas az előrejelzésre.

A fent vázolt logika alapján a fejezet a következőképpen épül fel: Elsőként a modell előkészítésének és az előrejelzésnek a lépéseit tárgyalom, majd ezt követően kerül sor a validálási eljárásra, illetve a tényleges előrejelzésre.

³⁹A Krugman-féle CP-modell, illetve annak különböző irányú kiterjesztései csak korlátozottan alkalmasak kvantitatív előrejelzésre, illetve a kormányzati beavatkozások vélt hatásairól (pl. a közlekedési hálózat bővítése, vállalkozásfejlesztési támogatások stb.) is legfeljebb csak kvalitatív következtetések levonását engedik (Brakman, Garretsen, van Marrewijk 2009).

3.1. Az előrejelzés előkészítése

Az endogén térbeli növekedési modell előrejelző-képességét sohasem önmagában a modell, hanem annak szakszerű és körültekintő alkalmazása határozza meg. A modellben megszabott feltevések eleve meghatározzák az alkalmazhatóság kontextusát, tehát azokat a körülményeket, amelyek mellett a modell alkalmazása ésszerű és indokolt (pl. egy kis nyitott gazdaságra felírt modell sokkal alkalmasabb egy-egy várostérség, vagy kisebb ország elemzésére, mint az Európai Unió vagy az Amerikai Egyesült Államok belső gazdasági folyamatainak modellezésére. Ugyanígy, a zárt gazdasági modellek alkalmatlanok a városrégiók folyamatainak vizsgálatára.). Először végig kell gondolni, hogy mi a vizsgálat tárgya, vagy másként fogalmazva, definiálni kell azt a térbeli keretet, amelyen belül értelmezni szeretnénk a gazdasági folyamatokat. Miután a vizsgálat tárgyát meghatároztuk, a modell paramétereit és egyéb exogén jellemzőit az elemzés tárgyát képező gazdaság jellemzőihez kell igazítanunk. Ennek első lépése szükségszerűen a területi szint kiválasztása, ami deklarálja, hogy pontosan milyen alapegységekre szeretnénk a modell segítségével megállapításokat tenni, valamint meghatározza az elérhető adatok körét és bizonyos paraméterek kalibrálásának lehetőségeit is.

3.1.1. A területi szint kiválasztása

A vizsgálat területi szintjének kiválasztása korántsem mellékes dolog, hiszen bármilyen problémafelvetés egyes szintek alkalmazását jobban indokolja mint másokét (Dusek 2004). A földrajzi léptékek, vagy másként a megismerés területi szintjei sosem felcserélhetők, ahogy az sem mindig egyértelmű, hogy egy adott modellek szabadon átültethetők-e más térbeli keretbe (pl. más országra, az Európai Unió egészére stb.), hiszen a modellek alapfeltevései sokszor az elemzés tárgyát képező gazdaság karakteréhez igazodnak. Annak ellenére tehát, hogy a NEG iránymutatásai szerint fejlesztett térgazdasági modelleket magas absztrakciós szintjük miatt sokan általános érvényűnek és nagyrészt emiatt a lépték megválasztásától függetlennek tekintik (Brakman, Garretsen és van Marrewijk 2009, Garretsen és Martin 2010), egyáltalán nem biztos, hogy a modell feltevései más térbeli keretben, vagy eltérő területi szinteken megállják a helyüket (Redding és Rossi-Hansberg 2017).⁴⁰

⁴⁰Ugyanez a probléma a neoklasszikus Solow-moddellre alapozott konvergencia-vizsgálatok során is felmerül, ahol egy alapvetően zárt gazdaságokra felírt modellt alkalmaznak a régiók közötti felzárkózás ütemének becslésére. De Long és Summers (1991), valamint Mankiw (1995) már igen korán felhívták a figyelmet arra, hogy a zárt gazdaság koncepciója a konvergencia vizsgálata során túl erős feltevés. A kritikák ellenére a zárt gazdaság feltételezése mégis általános maradt a konvergencia tesztelésekor, ráadásul nem kizárólag az országok keresztmetszetén, hanem regionális szinten is, figyelmen kívül hagyva azt a tényt, hogy az országok és a régiók nem tetszőlegesen felcserélhető megfigyelési egységek (Abreu et al. 2005, Magrini 2004).

Különösen fontos, hogy a munkaerő-áramlásra, illetve a kereskedelmi frikciók mértékére tett feltevések illeszkedjenek az alkalmazott területi szinten megfigyelt tényekhez (Redding 2016). Globális léptékben, illetve nyelvi és kulturális szempontból széttagolt, nagy kiterjedésű országokban például a szabad munkaerő-vándorlás feltételezése kevésbé állja meg a helyét, mint a kisebb, mobilis munkaerő-kínálattal jellemezhető országokban. Hasonlóan, míg lokális léptékben, egy-egy településen belül a szállítási költségek elhanyagolhatók, az országok keresztmetszetén ugyanez elképzelhetetlen lenne.

Esetünkben az elsődleges cél annak az aggregációs szintnek és területi felosztásnak a megtalálása, melynek keretei között a modell előrejelzéseinek megbízhatóságát a lehető legkisebb mértékben torzítják a gazdaság valós térbeli szerveződését meghatározó, de a modellből kihagyott területi folyamatok (pl. munkaerő-ingázás). Másképpen megfogalmazva, az előrejelzés szempontjából kiemelten fontos, hogy a vizsgálat során alkalmazott területi felosztás a lehető legjobban átfedjen a gazdasági folyamatok tényleges szerveződési szintjével. Ennek érdekében számos elvi, illetve módszertani szempontot figyelembe kell venni az „optimális” területi felosztás kiválasztásakor.

Az első és legfontosabb kérdés az, hogy a gazdasági szereplők viselkedésére, illetve az áru- és tényezőpiacok szerkezetére tett modellbeli feltevések milyen területi aggregáció mellett tekinthetők érvényesnek, egyáltalán bármilyen regionális szint adhat-e megfelelő térbeli keretet az elemzésnek. Kiemelten fontos annak a mérlegelése, hogy melyik az a legalacsonyabb térbeli aggregációs szint, amely mellett a monopolisztikus versenypiac feltevése még értelmezhető. Egyértelmű, hogy a települések szintjén ez a piacszerkezet valószínűleg nem állja meg a helyét, tekintve, hogy a települések kiterjedése és vállalat-számban kifejezett mérete túl kicsi ahhoz, hogy a nulla-profit feltétele a települések közigazgatási határain belül teljesülhessen. A termékpiacok jellege tehát valamelyik magasabb területi szint (megyei/regionális) használatát indokolná. Ugyanebbe az irányba mutat a tökéletes verseny körülményei között szerveződő helyi munkaerő-piacok feltevése is; mivel a valóságban a helyi munkaerőpiacok térbeli kiterjedését az ingázás szabja meg, a településnél magasabb aggregációs szint használata tűnik ésszerűnek (Németh és Nemes Nagy 2005, Major és Tétényi 2013).

A területi szint kiválasztása során azonban felmerülnek olyan szempontok is, melyek kifejezetten a dezaggregációt ösztönzik. A számítható térgazdasági modellekkel szemben támasztott egyik legfontosabb igény a pontos és részletgazdag előrejelzés, amely képes alacsonyabb aggregációs szinteken is állításokat tenni a térbeli folyamatok jövőbeli kimeneteleivel kapcsolatban. Emellett figyelembe kell venni azt is, hogy a modell egyes paramétereit ökonometria becslés útján határozhatók meg, melyhez a redukált egyenleteket a modell egyensúlyi állapotából vezetjük le. A regressziós becslések magas elemszámot követelnek meg, ami alacsonyabb területi szinten érhető csak el. Emellett, ha más módszertani szem-

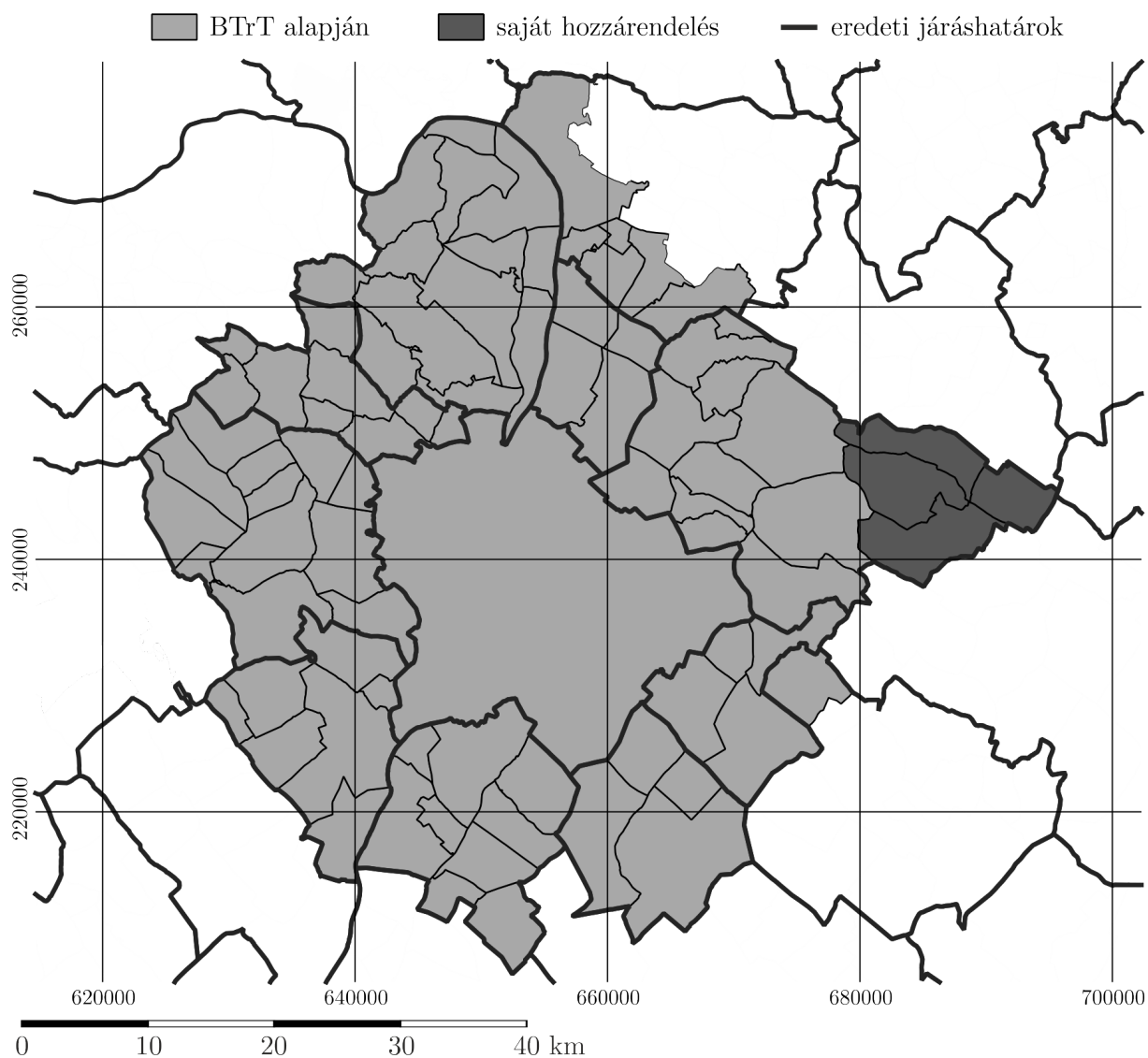
pontok és ellenérvek nem indokolják, célszerű a paraméterbecslést azon a területi szinten elvégezni, melyen a későbbiekben szimuláljuk a modellt. Ellenkező esetben beleeshetünk abba a hibába, hogy a kérdéses paramétereket túlzottan alul- vagy túlbecsüljük attól függően, hogy a regressziós együtthatók által jelzett hatások milyen intenzitással érvényesülnek a különböző területi szinteken.⁴¹ Ahhoz tehát, hogy a megfigyelések száma elegendő legyen az ökonometriai becslésekhez, illetve a kalibráció és a szimuláció területi szintje lehetőség szerint megegyezzen, érdemes részletesebb területi felosztásban gondolkodni.

A fenti szempontok mérlegelése után úgy döntöttem, hogy az előrejelzéshez a járási szintet használom, de a jelenleg hivatalos járási felosztást néhol módosítom. Néhány apró kiigazításra azért van szükség, mert a hivatalos járási felosztás – az eredeti tervekkel ellentétben (ld. Szalkai, Csité és Oláh 2011, Szalkai 2012) – nem követi le sem az ingázás, sem pedig a központi funkciók elérhetőségi viszonyainak térbeli mintázatait. A lakóhelytől eltérő településen való munkavállalás az ország egész területén megfigyelhető, és nem csupán a legmagasabb lélekszámú városokat érinti. A foglalkoztatás hivatalos adatsorait vizsgálva Budapest és a megyei jogú városok mellett számos olyan kis- és középvárost azonosíthatunk, melyek foglalkoztatási szerepköre elvitathatatlan (Kiss és Szalkai 2014). Ezek között találjuk az ország legnagyobb ipari üzemeinek helyet adó kisvárosokat (pl. Tiszaújváros, Tab, Jászfényszaru, Nyírbátor stb.), illetve hazánk főbb idegenforgalmi központjai közül többet is (pl. Hévíz, Bük, Zalakaros, Keszthely).

Jelen vizsgálat szempontjából a munkaerő-ingázás önmagában még nem jelent gondot, csak akkor, ha a vonzaskörzetek jelentősen átnyúlnak a járások határain. Ez a jelenség a fent említett kisebb városok esetében is fennáll, de legegységesebben mégis a főváros környékén érhető tetten, ahol a központ és a vonzaskörzet egyes szektorai külön járásokba lettek szervezve. Ennek orvoslása érdekében a hivatalos járási felosztásban több módosítást is tettem, ezeket lásd az 1. ábrán. Első lépésben összevontam a főváros kerületeit egyetlen egységgé, majd ehhez hozzákapcsoltam a Budapesti Agglomeráció Területrendezési Tervéről (BATrT) szóló 2005. évi LXIV. törvény 1/1. sz. mellékletében foglalt nyolcvan települést, melyek a főváros szűk értelemben vett vonzaskörzetét alkotják. Mivel a gödöllői járásban így csupán négy község (Dány, Valkó, Vácszentlászló és Zsámbok) maradt, ezért ezeket is hozzáfűztem a Budapesti agglomerációhoz, külön járásként való kezelésüket nem láttam indokoltnak. Ezzel szemben a Váci járást, melyből a BATrT alapján hat települést (Csörög, Órbottyán, Sződ, Sződliget, Vác, Vácrátót) kapcsoltam a fővárosi agglomerációhoz, meghagytam külön járásként a maradék 12 településsel. Hasonlóképpen meghagytam a Monori járást is, ahonnan csak Gyömrő került át a főváros vonzaskörze-

⁴¹Ez lényegében az ún. ökológiai tévkövetkeztetés problémája, melyről meglepő módon a vonatkozó nemzetközi szakirodalomban tapasztalataim szerint nem vesznek tudomást.

1. ábra. A járási beosztás módosításának illusztrálása



Megjegyzés: Saját szerkesztés a Budapesti Agglomeráció Területrendezési Terve (2005. évi LXIV. törvény) alapján. A főváros vonzáskörzetét magába foglaló "központi járás" a Dunakeszi, Gödöllői, Vécsei, Gyáli, Szigetszentmiklósi, Érdi, Budakeszi, Pilisvörösvári és a Szentendrei járások teljes területéből, továbbá Gyömrő, Vác, Vácrátót, Sződ, Sződliget, Csörög és Órbottyán településekből áll.

téhez a BATrT alapján. A vidéki foglalkoztatási központok körül hasonló kiigazításokat nem tettem.

A módosítások eredményeként 166 területegységet kaptam, melyek hézag nélkül lefedik az ország teljes területét. Nyilvánvalóan ez a felosztás sem tökéletes, hiszen egyrészt a vidéki városok esetében is előfordulhat, hogy vonzáskörzetük átnyúlik a szomszédos járásokba, másrészt Budapest valós ingázási zónája is messze túlnyúlik a BATrT-ben foglalt agglomerációs gyűrűn.⁴² Mindazonáltal úgy gondolom, hogy az általam bevezetett módosítások alkalmasak arra, hogy a járási felosztást olyan mértékben közelítsük a modell szerkezetéhez, hogy a mellőzött területi folyamatok már ne rontsák a predikció minőségét számottevő mértékben.

3.1.2. Kalibrálás

Az endogén térbeli növekedési modell gyakorlati alkalmazásának feltétele, hogy a paramétereknek olyan értékeket adjunk, amelyek mellett az egyensúlyba került rendszer változói valamely $t = 0$ időpontban szinkronban vannak a valós adatokkal, illetve jól tükrözik a vizsgálat tárgyát képező gazdaság hosszú távon megfigyelt stilizált tényeit és a főbb változók között fennálló kapcsolatokat. A kalibrálás a modell paramétereinek precíz meghatározását szolgáló stratégia, amely több módszer együttes használatát takarja (Cooley 1997). A kalibráláshoz leggyakrabban alkalmazott eljárás az, amikor a paramétereket a statisztikai adatok, illetve szakértői becslés alapján határozzák meg. Ezt a módszert akkor részesítik előnyben a többi eljárással szemben, ha rendelkezésre állnak megfelelő adatok, illetve szakértői tudás a gazdaság valamely strukturális paraméterének hosszú távon stabilnak mutató értékeiről.

A szakértői tudást saját empirikus elemzések is helyettesíthetik, melyeket ökonometriai becslések segítségével végzünk. Ilyenkor a modell egyes paramétereit a strukturális modell egyensúlyi összefüggéseinek felhasználásával határozzák meg. A becslés eredményeként olyan paraméterértékeket kapunk, amelyek mellett a modell a lehető legjobban illeszkedik a múltban megfigyelt adatokra. Jellemzően akkor alkalmazzák ezt a módszert, amikor a paraméter nem adható meg statisztikai adatok közvetlen felhasználásával, illetve nem áll rendelkezésre előzetes ismeretanyag a paraméter lehetséges értékkészletéről.

Végül lehetőség nyílik arra is, hogy a paramétereket más tanulmányokból egyszerűen átemeljük, vagy rosszabb esetben a szakirodalomban már bejáratott, konvencionális értékeket használjuk. Ennek a módszernek az alkalmazása akkor indokolt, ha a szakirodalomban már rendelkezésre állnak precíz ökonometriai becslések a keresett paraméter

⁴²A KSH (2016) módszertana szerint a főváros vonzáskörzetét 182 település alkotja, melyek közül 149 Pest megyébe, 33 pedig a szomszédos megyék valamelyikébe tartozik. A teljes vonzáskörzet lélekszáma a 2011. évi népszámlálás időpontjában 1,1 millió főt tett ki.

1. táblázat. A paraméterek választott értékei

Paraméter	Módszer	Érték
α	KSH adatok alapján	0,8
σ	Kelemen (2019)	9
γ	Hétfa (2013)	0,435
f	normált érték	1
ψ	saját ökonometriai becslés	0,0017
ρ	saját ökonometriai becslés	0,0402
θ	saját ökonometriai becslés	0,0311

adott gazdaságra vonatkozó értékére. Minden más esetben célszerűbb az előző két módszer valamelyikét választani. Cooley (1997) a bevett konvenciók követésétől kifejezetten óva int, míg Hansen és Heckman (1996) minden esetben a kalibrálás ökonometriai megalapozottságának fontossága mellett érvel.

Követve a fenti hármas felosztást, a paraméterek egy részét a hosszú távú összefüggések statisztikai megfigyelésével vagy más eredmények átvételével, a fennmaradó elemeket pedig ökonometriai becsléssel határozom meg. Az előrejelzéshez α , γ , σ , θ és ρ paramétert kell meghatározni, illetve az f konstanshoz is hozzá kell rendelni valamilyen értéket. Mivel ez a paraméter egyedül A_t és a technológiai növekedés ütemét befolyásolja, ezt egységre normáltam. Az egyetlen paraméter, ami bár formális okokból megjelenik a modellben, de a gyakorlati alkalmazások során nem játszik szerepet, az a szubjektív diszkontráta (β), amihez nem rendelék konkrét értéket. Az előrejelzés során használt paraméterértékeket, illetve a kalibrálás módszerét az 1. táblázat foglalja össze, az egyes paraméterek meghatározásának menetét a következő szakaszban részletezem.

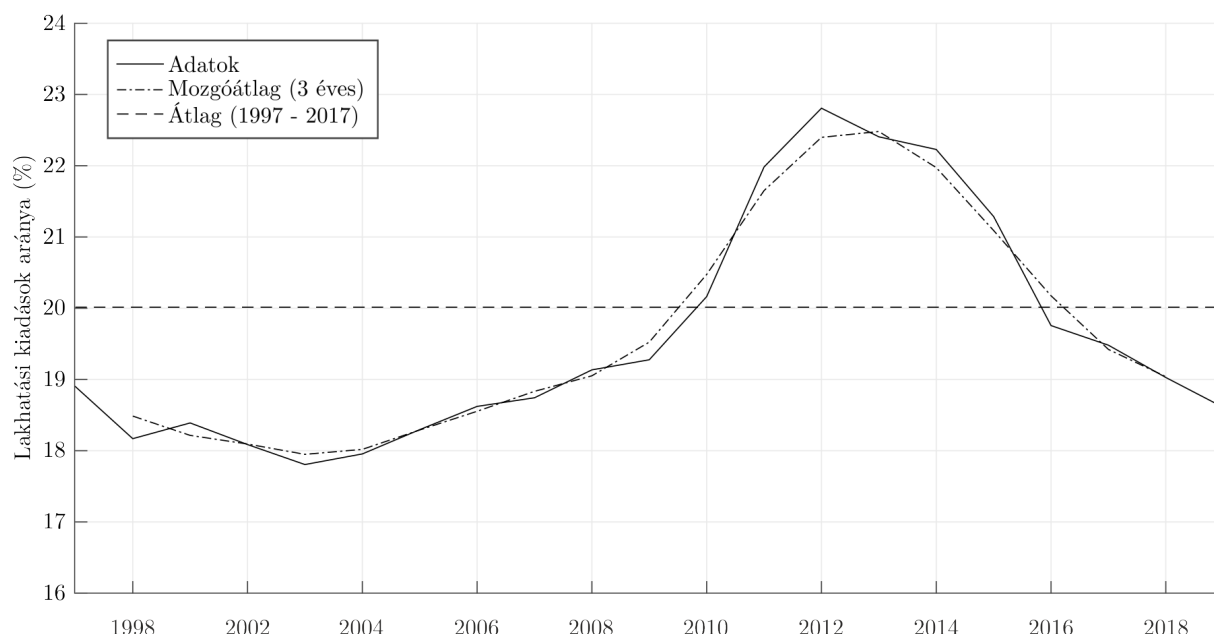
A termékekre szánt kiadások aránya (α). Az első paraméter a különféle termékekre szánt kiadások arányát takarja, amit a háztartási kiadások rendeltetés szerint bontott adatsorai alapján határozhatunk meg. Ehhez először megfigyeljük, hogy az egymást követő években a lakhatással kapcsolatos háztartási kiadások mekkora hányadát képviselték a háztartások teljes kiadásainak az egymást követő években, amiből megkapjuk $1 - \alpha$ értéket az egyes évekre. Tekintve, hogy a lakhatási kiadások mértékét a gazdaság rövidtávú ingadozásai, a lakás- és energiapiac és a különböző jóléti intézkedések is befolyásolják, érdemes a lakhatási célú kiadások „hosszú távon” megfigyelt átlagos arányát venni, ami a makrogazdasági és piaci ingadozások hatását kiszűri. Ebből pedig már egyenesen következtethetünk α lehetséges értékére.

A feladat két különböző adatforrásra alapozva is elvégezhető, melyek időben szorosan együtt mozognak és hasonló eredményt produkálnak. Ezek közül az első a KSH Háztartá-

si költségvetési és életkörülmény felvétele (HKÉF), melynek országosan aggregált adatai 2010 óta szolgáltatnak információt a háztartások jövedelmi helyzetéről és kiadásairól. A másik hasznos adatforrás a Nemzeti Számlák Rendszere (SNA), amelyen belül 1995-től elérhetőek a háztartási szektor egy főre jutó kiadásai rendeltetés szerinti bontásban. Mindkét adatforrás az Európai Unió tagállamaiban egységes COICOP (Classification of Individual Consumption by Purpose) nomenklatúrát használja a háztartási kiadások rendeltetés szerinti csoportosítására, és a 2010 utáni időszakra vonatkozóan nagyon hasonló eredményeket adnak a lakhatási kiadások arányára. A becslés során az SNA-ból elérhető adatokra támaszkodom, melyekből sokkal hosszabb idősor előállítható. A lakhatási kiadások arányát a 1997–2019 közti periódusra vizsgálom, lakhatási célra szánt kiadások volumenét a COICOP negyedik főcsoportjába tartozó tételekre szánt kiadásokkal azonosítom. Ez a főcsoport tartalmazza a lakásfenntartással, illetve a háztartási energiafogyasztással (víz, villamos energia, gáz és egyéb tüzelőanyagok) kapcsolatos kiadásokat. Ide tartozik többek között a tényleges lakbér, az állandó lakásért fizetett bérleti díjak, a lakáskarbantartás és javítás költségei (beleértve az ehhez vásárolt építőanyagok értékét és a javítási munkálatok díját), a víz- és energiaszolgáltatás különböző módjai, valamint a szennyvízelvezetés és hulladékszállítás díjai. Nem tartalmazza ugyanakkor a bútorokra, lakberendezési eszközökre, háztartási gépekre és készülékekre szánt kiadásokat, sem a háztartási alkalmazottak szolgáltatásainak díját. Ha tehát a lakhatásra fordított alapkiadások arányára vagyunk kíváncsiak, célszerű a COICOP IV. főcsoportjában foglalt tételekkel számolni.

A 2. ábra a háztartások lakhatási célra költött kiadásainak arányát és annak mozgását mutatja 1997 és 2017 között éves bontásban. A vizsgált periódusban a lakhatásra költött kiadások hányada jelentős ingadozásokat mutat, míg az ezredfordulót követő években a háztartások kiadásainak kevesebb mint ötödét tették ki a lakhatás különböző költségei (bérleti díj, karbantartás és energiafogyasztás stb.) az évtized vége felé haladva az arány 22 % fölé emelkedett. Ebben komoly szerepet játszott a 2008 második felében kirobbant válság is, ami reálértéken számolva jelentősen csökkentette a háztartások keresletét a termékek és szolgáltatások iránt. Mivel a lakásfenntartás költségei, illetve a víz- és energiafogyasztás a létfenntartáshoz elengedhetetlen kiadások közé tartoznak, a lakhatásra szánt kiadások kisebb mértékben estek vissza a válság éveiben, mint például a lakberendezésre, ruházatra, vagy a szabadidős és kulturális szolgáltatásokra fordított kiadások, így a lakhatás aránya a háztartások teljes kiadásain belül növekedett. A válságból való kilábalás éveiben az arány fokozatosan csökkent, 2017-re visszatért a válság előtti szintre. Ehhez a csökkenéshez hozzájárult a lakosság megélhetési költségeinek, illetve a létfenntartáshoz szükséges háztartási tételek árának csökkentését célzó kormányzati intézkedéscsomag („rezsicsökkentés”) is, melynek végrehajtását a 2013. évi LIV. számú törvény szabályozta. A jogszabály életbelépésével a víz- és energiafogyasztáshoz köthető kiadások

2. ábra. A lakhatási célú kiadások aránya a háztartások körében (1997–2019)



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a KSH adatai alapján. A lakhatási célú kiadások a COICOP negyedik főcsoportjában foglalt tételekre költött összegeket jelölik. A mozgóátlag időablaka 3 év, a teljes periódusra vonatkozó átlag 20,15%, ami a vizsgált periódusban felmerülő összes reálértéken vett lakhatási kiadás és a teljes kiadás hányadosa.

mértéke az ország teljes területén visszaesett. A rezsicsökkentés hatásai az évtized második felére „beépültek” a változóba, amely a vizsgált periódus végén ismét 19% körül van. Ha a teljes vizsgált periódus átlagát nézzük, a háztartások kiadásainak nagyjából ötöde (20,15%) ment el lakásszolgáltatásra, illetve víz-, villamosenergia- és gázfogyasztásra. Mivel a kalibrálás során a paraméterek értékeit a hosszú távon megfigyelt arányokhoz célszerű kötni, α értékét a két évtizedes átlagnak megfelelően 0,8-ban határozom meg.⁴³

Helyettesítési rugalmasság (σ). Az általános térbeli egyensúlyt meghatározó másik paraméter a termékváltozatok közti helyettesítés rugalmassága (σ), amely a lakhatási kiadások hányadával ellentétben nem állítható elő közvetlenül megfigyelt statisztikai adatokból, meghatározása ökonometria becslés útján lehetséges a modell egyensúlyi összefügg-

⁴³Felmerül a kérdés, hogy egyetlen α paraméter mennyire reprezentálja az ország különböző részein élő háztartások kiadásait, milyen mértékben tér el a lakhatásra fordított kiadások aránya az egyes régiókban az országos átlagtól, illetve ez hogyan befolyásolja az előrejelzés minőségét. Ennek megválaszolására a HKÉF alkalmas, amely NUTS-2 régiók szerint, illetve településnagyság-csoportonként is közöl adatokat a kiadások COICOP főcsoportok szerinti bontásáról. A HKÉF szerint a lakhatási célú kiadások arányában megfigyelhető földrajzi eltérések végig alacsonyok, a régiók által felvett szélsőértékek különbsége a vizsgált időszakban sosem haladta meg a 3 százalékpontot, a szórás mértéke pedig végig 1 % alatt volt. A lakhatási kiadások arányában tehát nincsenek jelentős eltérések, α térbeli heterogenitása az előrejelzés során nem okoz jelentős problémát.

géseire alapozva. A CES helyettesítési rugalmasság becslésére tudomásom szerint a hazai szakirodalomban egyedül Kelemen (2019) tett kísérletet, aki Puga (1999) új gazdaságföldrajzi modelljéből vezette le a σ paraméter becsléséhez használt regressziós egyenletet. A főváros és a megyék panel adatbázisán alapuló becslés eredményeként a helyettesítési rugalmasságra némileg magasabb értéket kapott, mint amit a nemzetközi szakirodalomban lejegyeztek. Kelemen (2019) két különböző eljárást (2SLS és NLS) és különböző kontrollváltozókat kipróbálva 9 és 13 közé becsülte σ értékét. Ezzel szemben Hanson (2005) az Amerikai Egyesült Államok esetében 6,6-os értéket becsült, Brakman, Garretsen és Schramm (2004) és Crozet (2004) Németországra 4 és 6 közötti értékeket kapott, Brakman, Garretsen és Schramm (2006), és Bosker et al (2010) az Európai Unió NUTS-2 régióira alapozott ökonometria becslések 4 és 7 közé lőttél be a termékhelyettesítés rugalmasságát.

A helyettesítési rugalmasság paraméterének meghatározásához Kelemen (2019) nem lineáris legkisebb négyzetek módszerével (NLS) nyert becsléseit használok fel, ugyanis a 2SLS eljárással kapott magasabb értékek felvetik a rossz instrumentumok problémáját, ami torzított együtthatókhoz vezet. Az NLS-sel kapott értékek közelebb esnek a nemzetközi szakirodalom eredményeihez is. Ennek megfelelően a következőkben $\sigma = 9$ értékkel számolok, amely a lakhatási kiadásokra arányára megadott 0,2-es érték mellett kielégíti az egyértelmű térbeli egyensúly létezésének algebrai feltételét: $\sigma(1 - \alpha) \leq 1$.

A K+F munkaerő hozadéka (γ). A termékminőség munkaerőre vonatkozó rugalmasságát, vagy másként a vállalati K+F hozadékát befolyásoló γ paraméter meghatározásához újfent a szakirodalomra támaszkodom. Ennek oka, hogy ezt a paramétert a modellből közvetlenül csak további korlátozó feltételezések és a magas absztrakciós szinten lévő technikai változók (pl. $\bar{\lambda}_t(\cdot)$) valós adatokkal való megfeleltetésével tudnánk csak megbecsülni. Szerencsére a hazai szakirodalomban fellelhetőek hasonló becslések, melyek alapjául szolgálhatnak γ közelítéséhez. Ezek nem kizárólag tudományos munkák, akadnak köztük a tudományos és innovációs politika megalapozását szolgáló szakmai jelentések is. A Hétfa Kutatóintézet Kft. a TÁMOP-7. 2.1-11/K-2012-0005 sz. projekt keretében készített becslést a felsőoktatási és kutatóintézeti hálózat teljes tényező-termelékenységhöz és bruttó hazai termékhez való hozzájárulásának mértékéről (Hétfa 2013). A projekt során végzett többszintű ökonometria becslések kitértek a magán- és közszféra (felsőoktatás és kutatóhálózatok) K+F ráfordításai, illetve a tudományos kibocsátás közti összefüggések vizsgálatára is. A Hétfa munkatársainak becslése szerint a bejelentett szabadalmak számával közelített tudományos teljesítmény rugalmassága a vállalati kutatás-fejlesztésben foglalkoztatott kutatók létszámára nézve kb. 0,435. Mivel ennek az együtthatónak a jelentéstartalma analóg azzal, amit γ jelöl a modell (6) egyenletében, γ értékét 0,435-ben rögzítem. Esetünkben ez a paraméterérték praktikusán azt jelenti, hogy (6) az előzetes

feltevésemnek megfelelően csökkenő mérethozadékot képvisel, a kutatók létszámának növelése nagymértékben csökkenti a termékfejlesztés határtermékét.

Agglomerációs hatás (θ) és tudástranszfer (ρ). A lakhatási kiadások és a helyettesítési rugalmasság ismeretében bármely t időpontra meghatározható a rendszer egyensúlya, amennyiben ismerjük az adott időszakra vonatkozó technológiai színvonal, $\lambda_t(\cdot)$ illetve a lakásállomány, $H(\cdot)$ területi eloszlását. Ahhoz azonban, hogy a modellt időben léptethessük előre, további paraméterekre is szükségünk van, melyek közül ρ és θ megadható ökonometriai becslés segítségével. Ehhez feltételezzük, hogy a gazdaság minden egymást követő időpontban egyensúlyba kerül, de nem feltétlenül kerül egyensúlyi növekedési pályára. Fejezzük ki a technológiai színvonalat (23) egyenletből,

$$\lambda_t(i) = w_t(i)^{2\sigma-1} \left(\frac{L_t(i)}{H(i)} \right)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}},$$

majd osszuk el egymással a $t+1$ -re és t -re kapott összefüggések megfelelő oldalait:

$$\frac{\lambda_{t+1}(i)}{\lambda_t(i)} = \left(\frac{w_{t+1}(i)}{w_t(i)} \right)^{2\sigma-1} \left(\frac{L_{t+1}(i)}{L_t(i)} \right)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}}.$$

Ez alapján a technológiai fejlődés üteme egyértelműen meghatározható a bérek és a lakosság, illetve α és σ paraméterek ismeretében. Ezt követően helyettesítsük be (23)-at a régiók technológiai fejlődését leíró (25) egyenlet jobb oldalára:

$$\frac{\lambda_{t+1}(i)}{\lambda_t(i)} = \kappa_t^0 w_t(i)^{-\rho(2\sigma-1)} L_t(i)^{\rho(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha} + \theta} H(i)^{-\rho(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}}.$$

Ezt az egyenletet logaritmizálva egy olyan regressziós modellt kapunk, melyből a nominális bérek, a munkakínálat és a lakásállomány ismeretében meghatározható ρ és θ értéke:

$$\begin{aligned} \log \lambda_{t+1}(i) - \log \lambda_t(i) &= \log \kappa_t^0 \\ &+ \rho(1 - 2\sigma) \log w_t(i) \\ &+ \left[\rho(\sigma - 1) \frac{1 - \alpha}{\alpha} + \theta \right] \log L_t(i) \\ &+ \rho(1 - \sigma) \frac{1 - \alpha}{\alpha} \log H(i). \end{aligned}$$

Sajnos ez a modell közvetlenül nem becsülhető meg, hiszen a lakásállományt reprezentáló $H(\cdot)$ vektort a bérekkel, illetve a munkakínálattal ellentétben nehéz megfeleltetni valós adatokkal, így ez ismeretlen marad a számunkra. Ez a probléma kétféleképpen orvosol-

ható. Megtehetjük, hogy $H(i)$ változót egyszerűen kihagyjuk a modellből, viszont ekkor $w_t(i)$ és $L_t(i)$ változó endogén lesz, hiszen $H(i)$ az egyensúlyi bért és munkakínálatot (23) alapján egyaránt meghatározza. Ennek a módszernek a hátránya, hogy az endogenitás kiküszöbölése érdekében két változóra is érvényes instrumentumokat kellene találnunk, ami kifejezetten nehéz feladat. Ezért célszerűbb, ha az előző modellt nem a járások egy időpontra vonatkozó keresztmetszetén, hanem egy járási panel adatbázison becsüljük meg, melyben minden járás legalább kétszer szerepel. Ebben az esetben a fenti modell megbecsülhető járási fix hatások mellett, ami kiejti az időben állandó változókat, esetünkben $H(i)$ -t. Ennek megfelelően a végleges modell a következő formát ölti:

$$\log \lambda_{t+1}(i) - \log \lambda_t(i) = \hat{\beta}_1 \log w_t(i) + \hat{\beta}_2 \log L_t(i) + \mu(i) + \zeta_t + \epsilon_t(i). \quad (28)$$

ahol

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_1 &= \rho(1 - 2\sigma), \\ \hat{\beta}_2 &= \rho(\sigma - 1) \frac{1 - \alpha}{\alpha} + \theta, \end{aligned}$$

továbbá $\mu(i)$ a járási fix hatások vektora, mely magába foglalja $H(i)$ -t, ζ_t pedig az időbeli állandó hatások vektora, ami $\log \kappa_t^0$ mellett minden olyan tényezőt felvesz, ami az adott időszakra jellemző.

Az egyensúlyi összefüggésekből levezetett (28) regressziós modellt kétféleképpen becsülöm meg. Először úgy, ahogy a fenti képlet mutatja, majd az eredmények robusztusságának ellenőrzése végett egyéb kontrollváltozókkal is kiegészítem a modellt. A $\log w_t(i)$ és $\log L_t(i)$ változókra becsült együtthatók segítségével pedig visszafejtem a két strukturális paraméter értékét.

A regressziós becsléshez szükséges adatok az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TeIR) adatbázisában hozzáférhető NAV által szolgáltatott SZJA bevallásokból származnak. A településsoros adatokat a 1997 és 2007 közötti időszakra töltöttem le, ezeket a fent bemutatott módosított járási felosztás szerint aggregáltam, így időszakonként és változónként 166 megfigyelést tartalmazó adatsorokat kaptam. A vizsgálat periódusának megválasztását az indokolja, hogy a modell validálására a 2007 és 2017 közti időszak NAV-adatait használom fel, a paraméterek kalibrálásához tehát a modell túlidentifikálásának elkerülése érdekében célszerű eltérő időszakot választani.

A járások munkakínálatát azoknak a létszámával azonosítottam, akik az adott évben leadtak személyi jövedelemadó-bevallást, az átlagbéreket pedig az egy adóalanyra jutó összevont adóalappal közelítettem.⁴⁴ Az egy főre jutó adóköteles jövedelem éves szintjeit

⁴⁴A NAV jövedelemtípusok szerint közli az adott járásban szerzett jövedelmek volumenét és az érintett adóalanyok számát, így számos egyéb lehetőség is kínálkozik $w_t(i)$ és $L_t(i)$ közelítésére. Ezek közül több variációt is kipróbáltam, melyek olykor azonos, máskor egészen eltérő eredményekre vezettek a kalibrá-

a fogyasztói árindex segítségével a kezdőév árszínvonalára defláltam, majd ezt követően a fenti képlet szerint az 1997-2002 és 2002-2007 időszakokra kiszámoltam a technológia növekedési ütemét. Ezeket a változásokat az első modellben a kezdeti időszakra megfigyelt munkakínálat és az egy főre jutó adóköteles jövedelem logaritmusával magyarázom, majd ezek mellett a második modellben a járások demográfiai és munkaerő-piaci helyzetét leíró kontrollváltozókat is szerepeltetek. Konkrétan, a járások demográfiai szerkezetét a 0-17 éves és a 18-59 éves állandó lakosság aránya, a munkaerő-piaci viszonyokat a munkanélküliségi arány (nyilvántartott munkanélküliek száma a 18-59 éves lakosság arányában), a helyi vállalatok üzleti teljesítményét pedig az eszköz- és sajáttőke-arányos nyereség mutatóival közelítem. Az első három mutató kiszámításához szükséges adatok a KSH T-STAR adatbázisból származnak, az üzleti változók kiszámításához a NAV társasági nyereségadóadatait használom fel.

A regressziós becslések eredményeit az 2. táblázat foglalja össze.⁴⁵ A két modell alapvetően hasonló eredményekre vezet, a kontrollváltozókkal bővített modellben $\log w_i(t)$ hatására abszolút értékben véve nagyobb együtthatókat kapunk, $\log L_t(i)$ esetében azonban nincs lényegi különbség. Az előjelek mindkét változó esetében a várakozásokkal összhangban vannak, az egy adózóra jutó jövedelem hatása a technológiai változásra mindkét modellben negatív irányú és magasan szignifikáns, $\log L_t(i)$ hatása pedig pozitív. Ezek az eredmények megerősítik a modell technológiai változásra vonatkozó állításait, tehát azt, hogy az urbanizált térségekben magasabb a növekedés üteme, másrészt azt, hogy a magasabb átlagjövedelem lassítja a további növekedés ütemét. A kapott együtthatók bár modellspecifikációtól függően eltérő ρ és θ paraméterekhez vezetnek, de jelentős mértékben leszűkítik azok reális értéktartományát. A technológiai túlsordulás mértékét vezérlő ρ paraméter a 0,03-0,04 tartományban lehet, míg a dinamikus agglomerációs hatásokat befolyásoló θ hozzávetőleges értéke ennél némileg kisebb, 0,01 és 0,03 között mozog. A szimulációhoz a kontrollváltozókkal bővített specifikáció eredményeit használom fel, a választott paramétereket tartalmazó 1. táblázatban ezeket adtam meg.

Statisztikai értelemben θ egyik modellben sem különbözik igazán nullától, a paraméter csak a második modellben szignifikáns, de ott is csak 10%-os szinten. Ez praktikusán annyit jelent, hogy a munkakínálat t -beli szintje a technológia t és $t+1$ közti növekedésére

lás során. Hasonló értékeket kaptam, amikor $w_t(i)$ -t az egy adózóra jutó összes belföldi jövedelemmel azonosítottam, de gyökeresen eltérő eredményre vezetett, amikor kizárólag a főállásúak számára, illetve főállásból származó átlagos jövedelmekre szűkítettem a fókuszot. Végül azért döntöttem az adózók teljes létszáma, illetve az összevont adóalap – mint $L_t(i)$ és $w_t(i)$ proxijai – mellett, mert egyrészt az adózók száma jobban közelíti a teljes járási munkakínálatot, mint a főállásúak, vagy egyéb adóalany-csoportok, másrészt a modellben a munkavállalók jövedelme a bérek mellett az ingatlantulajdon bérbeadásából származik, így az empirikus elemzés során is érdemes olyan indikátort választani az egy főre jutó jövedelem közelítéséhez, ami a bérek mellett a jövedelem egyéb forrásait is tartalmazza.

⁴⁵A változók leíró ismérveit a B. Függelék 9. táblázata tartalmazza.

2. táblázat. A ρ és θ paraméterek regressziós becslésének eredményei

Függő változó: $\log \lambda_{t+5}(i) - \log \lambda_t(i)$	(1)	(2)
$\log w_t(i)$	-0,562*** (0,084)	-0,686*** (0,103)
$\log L_t(i)$	0,052*** (0,016)	0,049** (0,018)
ρ	0,033*** (0,005)	0,040*** (0,006)
θ	0,014 (0,013)	0,031* (0,018)
Járási fix hatások	igen	igen
Időbeli fix hatások	igen	igen
Kontroll változók		igen
Overall R ²	0,017	0,036
within	0,818	0,842
between	0,041	0,063
Megfigyelések száma	332	332

Megjegyzés: A standard hibák zárójelben találhatók, ρ és θ standard hibáit delta módszerrel határoztam meg. ***, **, *: az együttható szignifikáns 1, 5 és 10%-os szinten. A második modellben a következő kontrollváltozók szerepelnek: munkanélküliek aránya, a 0-17 évesek aránya az állandó népességen belül, a 60 év felettiek aránya, a vállalatok sajáttőke-arányos nyeresége (ROE), illetve eszközarányos nyeresége (ROA). Ezek közül egyedül a munkanélküliségi ráta hatása szignifikáns 10%-os szinten, negatív előjellel.

csupán apró hatást fejt ki, ennek megfelelően az egyensúlyi növekedési pálya létezésének algebrai feltétele teljesül.

3.1.3. A szállítási költségek becslése

A szállítási költségek méréséhez a földrajzi távolságnak az árukereskedelem nagyságára gyakorolt hatását vizsgálom, amihez általában gravitációs modelleket használnak. Tinbergen (1962) szerint az országok, vagy más területegységek között zajló kétoldalú kereskedelem a klasszikus mechanikában elterjedt Newton-féle gravitációs törvényhez hasonló módszerekkel elemezhető. Ezek a gravitációs modellek a térségek gazdaságának mérete, a köztük lévő földrajzi távolság, illetve az áruforgalom volumenének nagysága között teremtenek összefüggést. Túl azon, hogy ezek a modellek a háttérükben húzódó fizikai analógia miatt a szélesebb szakmai közeg számára is közérthetőek, népszerűségük leginkább abból fakad, hogy jelentős elméleti megalapozottsággal bírnak (Head és Mayer 2014). Frankel (1997) a nemzetközi kereskedelemelmélet fejlődésének áttekintése során például arra a következtetésre jut, hogy a terület több mint fél évszázados fejlődése Tinbergen (1962)

megalapozatlan koncepcióját páratlan elméleti háttérrel ruházta fel. A kereskedelmi forgalomra felírt gravitációs egyenletek ugyanis egyaránt levezethetők a termékdifferenciálás korai modelljeiből (Anderson 1979, Anderson és van Wincoop 2003),⁴⁶ a Heckscher–Ohlin modellből (Deardorff 1998), a komparatív előnyök rikardói modelljéből (Eaton és Kortum 2002), illetve a monopolisztikusan versenyző heterogén vállalatok Melitz-féle modelljéből is (Helpman, Melitz és Rubinstein 2008, Chaney 2008). A szállítási költségek becsléséhez a következőkben én is egy olyan gravitációs egyenletet használok, amely a modellem belső struktúrájából közvetlenül adódik. A fogyasztói preferenciákra tett feltevésém szerint a különböző régiókban előállított termékek egymás nem tökéletes helyettesítői, éppen úgy, mint Krugman (1980) új kereskedelmi modelljében, illetve Krugman (1991), Helpman (1998), Redding és Sturm (2008), valamint Redding és Rossi-Hansberg (2017) földrajzi modelljeiben. A fogyasztók az áraktól és a minőségtől függően a gazdaságban előállított összes termékváltozat iránt támasztanak valamekkora keresletet, melyet (4) fejez ki. Az egyenlet mindkét oldalát felszorozva a j -ben előállított termékek számával (14), a következő összefüggést kapjuk a j -ből i -be irányuló áruforgalom volumenére:

$$X_t(i, j) = \frac{1 - \gamma}{\sigma f} p_t(j)^{-\sigma} \bar{\lambda}_t(j) L_t(j) \left(\frac{P_t(i)}{\varsigma(i, j)} \right)^{\sigma-1} w_t(i) L_t(i). \quad (29)$$

Ez az összefüggés egyfajta gravitációs egyenlet, tekintve, hogy a j -ből i -be szállított áruk összmenyisége – egyebek mellett – a régiók lakosságszámmal közelített méretének (vagy „tömegének”) pozitív, a régiók közti szállítási költségeknek pedig negatív függvénye. A szállítási költségek számbavétele a modellben a Samuelson-féle jéghegy elven alapszik, melynek lényege, hogy az áruszállítással járó költségeket a célba juttatott áru mennyiségének arányában fejezzük ki. Feltételezzük, hogy minél hosszabb ideig utaztatják az árut, annak egyre nagyobb hányada „olvad el” útközben. Ennek megfelelően a szállítási költségeket célszerű az elérhetőségi idő függvényében megadni, melyhez a következő egyszerű függvényformát választom:

$$\varsigma(i, j) = e^{\psi d(i, j)}, \quad (30)$$

ahol $d(i, j)$ az i régió elérhetőségi ideje j -ből, ψ pedig az időbeli távolság szállítási költségekre gyakorolt hatásának mértékét jelöli. Az exponenciális függvényforma alkalmazá-

⁴⁶Számos kereskedelmi modellben a gravitációs egyenlet a fogyasztói preferenciákra tett felvésekből adódik. Az első ilyen egyenlet levezetése Anderson (1979) nevéhez köthető, aki Armington (1969) feltételezésével élve egy olyan modellt írt fel, melyben minden ország egy-egy termék kizárólagos előállítója, a termékdifferenciálás tehát az országok szintjén zajlik. A Dixit–Stiglitz-féle monopolisztikus versenyelméleten alapuló modellekben az országok számos horizontálisan differenciált terméket gyártanak, az anyaországi fogyasztók pedig az összes ország minden terméke iránt támasztanak keresletet a világpiacon. Ezen a feltevésen alapul Bergstrand (1985) gravitációs modellje is, amely Krugman (1980) elméletének közvetlen alkalmazása.

sának előnye, hogy úgy teremt kapcsolatot az időbeli távolság és a szállítási költségek között, hogy az megfeleljen a $\varsigma(i, j) = 1$ feltevésnek. Ha a régió belüli áruszállítás időigénye elhanyagolható (tehát $d(i, i) = 0$), a szállítási költség régió belül egységnyi. Ezt behelyettesítve az előző egyenletbe, majd az egészet logaritmizálva egy olyan regressziós egyenletet kapunk, melyből σ ismeretében közvetlenül megbecsülhető ψ , azaz a földrajzi távolság szállítási költségekre gyakorolt hatása:

$$\log X_t(i, j) = (1 - \sigma)\psi d(i, j) + \eta(i) + \mu(j) + \epsilon_t(i, j). \quad (31)$$

A regressziós együtthatók becsléséhez elegendő, ha a térségek között zajló kereskedelem volumenét, illetve a régiók közti időbeli távolságot meg tudjuk figyelni, hiszen az $X_t(i, j)$ -t befolyásoló regionális tényezőket helyettesíthetjük $\eta(i)$ és $\mu(j)$ regionális fix hatásokkal is. Ellenben ahhoz, hogy a gravitációs modell jól specifikált legyen, elengedhetetlen a relatív kereskedelmi költségek megfelelő kezelése (Anderson és van Wincoop 2003). A kétoldalú kereskedelmet a relatív költségek határozzák meg, amit a földrajzi távolság mellett számos egyéb tényező is befolyásol. Az országok között zajló kereskedelem vizsgálatakor a kereskedelem során felmerülő tranzakciós költségek kifejezésére gyakran szerepeltetnek a kulturális és nyelvi különbségekre, illetve a kétoldali kereskedelmi megállapodásokra vonatkozó egyéb változókat is. Esetünkben ez azonban kevésbé indokolt, hiszen Magyarország nyelvi és kulturális értelemben kellően homogén ahhoz, hogy ezek a tényezők ne képezzék gátját a régiók közti áruforgalomnak.

A szakirodalomban javasolt becslő eljárások közül három módszert próbálok ki a legpontosabb becslés megtalálása és az eredmények robusztusságának ellenőrzése érdekében. Az első eljárás a legkisebb négyzete módszere (OLS), amely a gravitációs modellekben igen gyakran fellépő szelekciós torzítás miatt ritkán vezet torzítatlan eredményekhez. Az OLS becsléseket tehát inkább egyfajta benchmarknak tekintem. A szelekciós torzítást az okozza, hogy a kereskedelmi adatbázisok gyakran tartalmaznak nulla értékeket, melyek utalhatnak a kereskedelem hiányára (a vállalatok a termékeikből bizonyos piacokra nem szállítanak), számbavételi hibára, vagy kerekítésre is. Továbbá, ha az áruforgalmi adatok mintán alapuló felmérésből származnak, elképzelhető az is, hogy az adatfelvétel periódusában nem figyeltek meg áruforgalmat a két terület egység között, miközben valójában létezik, csak ritka. Ebben az esetben a nullás értékek ugyanúgy utalhatnak nem megfigyelt kereskedelemre, kismértékű áruforgalomra, illetve a kereskedelem teljes hiányára is. A legkisebb négyzetek módszere ezt a problémát az adatsorok csonkolásával kezeli, ami azonban információvesztéssel jár, végső soron pedig torzított eredményekhez vezet.

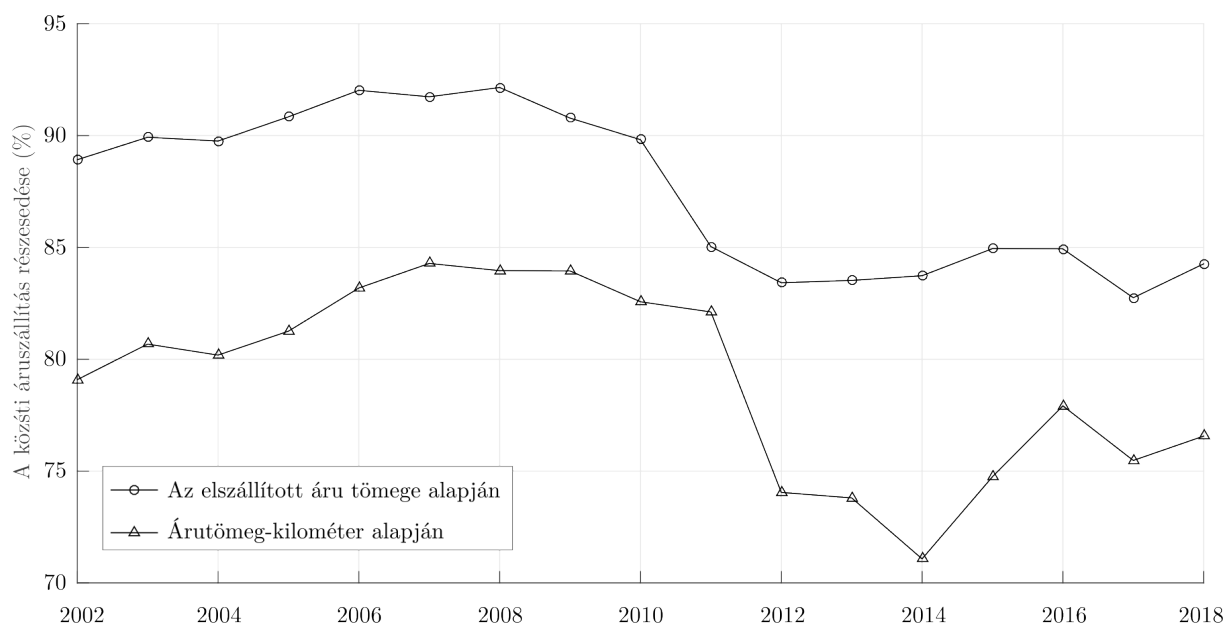
Helpman, Melitz és Rubinstein (2008) a nulla értékek kezelésére a Heckman-féle szelekciós modellhez (Heckman 1979) hasonló stratégiát követ. Ennek a lényege, hogy egy

probit-modell segítségével megbecsülik annak a valószínűségét, hogy az i -edik régió pozitív mennyiséget importál j -ből, majd a pozitív értékekre szűkített mintán a becsült részvételi valószínűségekből számított inverz Mills-aránnyal korrigált OLS-sel megbecsülik a gravitációs egyenletet. A Heckman-féle szelekciós eljárás alkalmazásának feltétele, hogy találjunk egy nulla értékeket kizáró korlátozó feltételt. Ehhez olyan változókat kell keresnünk, melyek képesek előrejelezni a nulla értékek megjelenését az egyes régiópárokban. Mivel a modell a kiinduló- és végpontokra is tartalmaz fix hatásokat, ez a változó szükségszerűen diádikus kell, hogy legyen. A Heckman-féle kétlépcsős eljárást egyebek mellett Gomez-Herrera (2013), illetve Linders és de Groot (2006) alkalmazta a bilaterális kereskedelemre felírt gravitációs egyenletek becsléséhez.

Egy másik népszerű módszer a nullás értékek kezelésére a Poisson-féle pszeudo maximum likelihood becslés (PPML). Santos és Tenreyro (2006) szerint ez az eljárás heteroszkaszticitás jelenlétében is torzítatlan becslést ad, azonban komoly hátránya, hogy a kihagyott változók miatt esedékes endogenitást nem képes kezelni, illetve regionális fix hatások jelenlétében alulbecsüli az együtthatók standard hibáit, különösen akkor ha az elemszám alacsony (Pfaffermayr 2019, Santos és Tenreyro 2010).

Ezeket a becslési eljárásokat alkalmazva σ ismeretében közelítő becslést adhatunk ψ értékére, majd (30) segítségével meghatározhatjuk a szállítási költségek mátrixát. A feladat elvégzéséhez szükségünk van a régiók közti kereskedelem volumenére, illetve egy távolságmátrixra, melynek elemei az i és j között esedékes utazási időt mutatják. Sajnos a belföldi kereskedelmi forgalom alakulására jelenleg nem létezik teljes körű és rendszeres adatfelvétel, így ezeket az adatokat valahogy elő kell állítani. Ehhez megfelelő kiindulási alapot biztosítanak az Országos Célforgalmi Felmérés 2016 című EU-s kiemelt projekt eredményeként létrehozott célforgalmi mátrixok, melyeket a Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. a belföldi és nemzetközi közlekedési áramlások irányainak és intenzitásának mérésére hozott létre. A célforgalmi mátrixok négy közlekedési módra vonatkozóan tartalmaznak információt a térségek közti közlekedési kapcsolatok intenzitásáról, melyek közül kizárólag a közúti áruszállításra vonatkozó célmátrixokat használok fel. Ennek a döntésnek a háttérében két indok áll. Egyrészt, ha egynél több közlekedési módot is figyelembe veszünk, a közlekedési módok közti választás mikroökonómiai háttérét is modellezni kell, ami jelentős mértékben bonyolítaná a becslés menetét (lásd Allen és Arkolakis 2014). Szerencsére esetünkben a többi közlekedési mód, azon belül is a vasúti közlekedés elhagyása a gyakorlat szintjén kevésbé okoz problémát, hiszen a belföldi árumozgás túlnyomó része a közúton zajlik. Ezt támasztják alá a belföldi áruszállítás teljesítményére vonatkozó aggregált idősoros adatok is, melyeket a KSH negyedéves rendszerességgel tesz közzé. Az adatok szerint az ezredfordulót követően a közúti fuvarozás szerepe a belföldi áruforgalomban töretlen maradt, az elmúlt két évtizedben közúton szállították el az

3. ábra. A közúti szállítási mód részesedése a belföldi áruszállítás teljesítményéből (2002-2018)



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a KSH adatai alapján. A szállított áruk tömege alatt a közlekedési eszközökre felrakott és elmozgatott áruk tömege értendő, amely az áru nettó tömege mellett a csomagolóanyagok, illetve a szállításhoz felhasznált szállítótartályok, rakodólapok tömegét is tartalmazza. Árutonna-kilométer = egy tonna tömegű áru egy kilométer távolságra való elszállítása.

árutömeg 80-90%-át és ehhez a közlekedési módhoz köthető az árutonna-kilométerben mért teljesítmény 70-80%-a (3. ábra). Bár az idősorok a megmozgatott árutömeg és a teljesítmény tekintetében egyaránt mutatnak ingadozásokat, azonban a közúti közlekedés részesedésének tartós csökkenése nem figyelhető meg. A szállított áruk tömegét tekintve a közúti fuvarozás részesedése sosem csökkent 80% alá, az árutonna-kilométerben mért összteljesítmény is végig 70% felett maradt.

A közúti áruszállítási mód számos előnnyel bír, hiszen sűrű hálózattal rendelkezik, átrakodás nélkül megvalósítható vele a háztól házig történő szállítás, így a sérülési kockázatok is minimálisak. Széles áruskála szállítható vele, illetve igény esetén könnyen módosítható az útvonal is. Emiatt a közúti közlekedés kisebb távolságok esetén hatékonyabb. Ezzel szemben a nagyobb anyagvolumenek mozgatását lehetővé tevő vasúti, vízi és csővezeték-áruszállítás hosszabb távolságon válik kifizetődővé, így szerepe inkább a nemzetközi áruforgalomban jelentősebb (Erdős 2000, Lengyel és Rechnitzer 2009).

Egyáltalán nem magától érthető tehát, hogy a vasúti és egyéb közlekedési módok figyelembe vétele a becslés során megbízhatóbb eredményekre vezetne, hiszen a választás folyamatát is magába foglaló bonyolult modellstruktúra alkalmazása a ψ paraméterre

vonatkozó becslés precizitásának tekintetében nem feltétlenül térül meg. Ha a belföldi áruszállításban a vasúti és vízi módozatok jelentősége jóval nagyobb volna, természetesen érdemes lenne a közlekedési módok közti diszkrét választás folyamatát is figyelembe venni, jelen esetben azonban ezt nem látom indokoltnak.

A közúti közlekedés célmátrixai személyautókra, kisteherautókra (3,5 tonnáig), illetve tehergépjárművekre tartalmaznak adatokat a térségek közti közúti forgalom nagyságáról. Utóbbi gépjárműtípus esetében három különböző célmátrix áll rendelkezésre, melyek a könnyű teherautók (3,5-7,5 t), a középnehéz teherautók (7,5-12 t), illetve a nehéz pótkocsis teherautók (12 t felett) forgalmát foglalják össze. Ezek az állományok jármű/nap mértékegységben tartalmazzák a belföldi közlekedési körzetek között zajló tehergépkocsi-forgalom alakulását 2015 egy átlagos őszi hétköznapijára. A célforgalmi adatfelvétel az ország teljes területére kiterjed, a megfigyelés alapegységei az OCF forgalmi körzetek, melyeket általában egy vagy több település aggregálásával hoztak létre. Néhány nagyobb ipari-logisztikai központ, illetve megyei jogú város esetében előfordul, hogy a település több közlekedési körzetre oszlik. Mivel a forgalmi körzetek és a települések között a megfeleltetés általában egyértelmű, ezért a forgalmi adatokat először a települések szintjére transzformáltam. Azokban az esetekben, amikor egy OCF körzet egyetlen települést jelöl, illetve amikor egy település több körzetre oszlik, ez a transzformáció egyértelmű. Vannak azonban olyan esetek, amikor az OCF körzet egy településeggyüttest határol le. Ekkor az OCF körzetre megfigyelt forgalmi adatokat ahhoz a településhez rendeltem hozzá, melynek középpontja a legközelebb esik a forgalmi körzet geometriai középpontjához. A művelet eredményeként minden tehergépjármű-kategóriára egy-egy 1439 soros négyzetes mátrixot kaptam, melynek elemei a települések között közlekedő járművek számát adják meg.

A közúti tehergépjármű-forgalom ismeretében következtethetünk a települések közötti áruforgalom nagyságára. Sajnos arról nem áll rendelkezésre információ, hogy a megszámlált járművek közül hány olyan volt, amelynek ténylegesen volt rakománya. Emiatt felteszem, hogy az i és j között közlekedő tehergépkocsik csupán fele szállít árut, illetve a tényleges áruforgalom nagysága arányos az átlagos rakománytömeggel súlyozott tehergépjármű-forgalom felével. Ennek megfelelően minden tehergépjármű-kategória esetében meghatároztam egy átlagos rakománytömeget, melyet megszorozva a járművek számával, majd kategóriánként összegezve megadható a települések közti áruforgalom nagysága. A kistehergépkocsik kategóriájára átlagosan 1 tonna rakományt feltételeztem, a könnyű teherautókra 2 tonnát, a középnehéz teherautókra 5 tonnát, a nehéz (pótkocsis) kamionokra pedig 18 tonnát. Ezekkel a súlyértékekkel számolva 2015 egy átlagos őszi napján 871 ezer tonna árut mozgattak meg a hazai utakon. Annak ellenére, hogy a tehergépkocsi-súlyokat alacsonyabb értékben határoztam meg, mint amit a maximális terhelhetőség indokolna az egyes kategóriákban, ez az érték még így is aránytalanul magas.

Ha a teljes áruvolument megszorozzuk a 2015 utolsó negyedévében esedékes munkanapok számával (64 nap), másfélszeresen túlbecsüljük a közúti fuvarozók szállítási teljesítménye alapján számolt, azonos időszakra vonatkozó volument (KSH STadat 4.6.1.: 36 millió tonna). Ráadásul az OCF közlekedési mátrixai nem számolnak a forgalmi körzeten belüli tehergépjármű-forgalommal, ami esetünkben nyilvánvalóan lefelé torzít. A különböző értékek háttérében számos tényező állhat. A KSH adatai a szállítási ágazathoz köthető gazdasági szervezetek szállítással kapcsolatos szolgáltatási teljesítménye alapján számolja a megmozgatott anyagvolumen nagyságát. Figyelembe véve az üresjáratot, a tehergépjárművek magáncélra történő felhasználását, illetve a nem könyvelt fuvarokat, az ágazati teljesítményből számolt szállítási teljesítmény szükségszerűen alacsonyabb eredményeket ad, mint a közúti célmátrixok alapján készített heurisztikus becslés, hiszen utóbbi megközelítés a tényleges forgalomból indul ki, függetlenül a gépjárművek felhasználásának céljától. Az OCF alapján becsült áruforgalmi mátrix validálására alternatív adatforrások hiányában sajnos nincs lehetőség. A becslés során emiatt fontos észben tartani, hogy az áruforgalom becsült nagysága szisztematikus mérési hibákat rejthet, amivel a regressziós becslés során számolni kell. Tekintve, hogy az áruforgalom a modell függő változója, ezért a mérési hibák nem okoznak endogenitást, viszont a statisztikai következtetést nehezítik a standard hibákban okozott torzítás miatt.

A közúti áruforgalom nagysága mellett a (30) egyenlet becsléséhez a települések közúti elérhetőségi idejére is szükség van, melyeket az *OpenStreetMap* adatbázisából nyertem ki. Az *OpenStreetMap* (OSM) egy 2004-ben létrehozott projekt, amely egy közösségi alapon szerkesztett, szabadon hozzáférhető és módosítható világtérkép-szolgáltatás elkészítését tűzte ki céljául. Az *OpenStreetMap* weboldalán – más hasonló online szolgáltatásokkal ellentétben – nem csupán egy képernyőtérkép érhető el, hanem a feltöltött térképi objektumok (beleértve a közúthálózat) teljes adatbázisa is. Innen származnak az általam használt adatok is. Az OSM adatai alapján számolt közúti elérhetőség többféle módszerrel is lekérdezhető. Kézenfekvő lehet az OSM-adatok átalakítására fejlesztett OSRM (*Open Source Routing Machine*) nevű open-source útvonaltervező motor használata (Luxen és Vetter 2011).⁴⁷ Az OSRM legnagyobb előnye, hogy nem szükséges hozzá semmilyen API (Application Programming Interface) szolgáltatás, melynek használata nagy mennyiségű adat lekérdezése esetén meglehetősen költséges, komoly hátránya azonban, hogy az OSM adatait a kereskedelmi szolgáltatókkal ellentétben nem hitelesíti semmilyen hatóság, a rendelkezésre álló adatok részletessége meglehetősen változó. Ennek ellenére az OSM-et az adatminőség folyamatos javulásának köszönhetően egyre szélesebb körben használják tudományos célra (Arsanjani et al. 2015).

⁴⁷Egy másik lehetőség az *osmosis* nevű program használata, amely az xml-formátumban tárolt OSM adatait dolgozza fel.

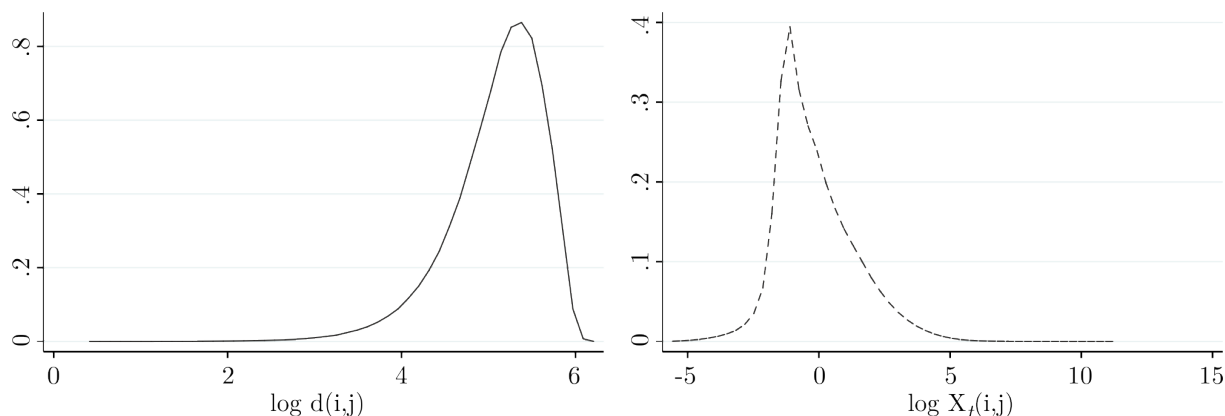
Az OSM-ből számolt elérhetőségi adatok lekérdezésére Huber és Rust (2016) `osrmtime` nevű Stata rutinjának alkalmazásával került sor. Az `osrmtime` rutin az OSRM motorhoz kapcsolódva tölti le a GPS-koordinátákkal megadott végpontok közötti legrövidebb út hosszát (km-ben megadva), illetve az út megtételéhez aktuálisan szükséges időt (perc). A lekérdezett adatbázist végül arra az 1439 településre redukáltam, amelyre rendelkeztem áruforgalmi adatokkal.

Az OSM alkalmazásával kapcsolatban – a szokásos minőségi aggályok mellett – két további probléma is felmerül. Egyrészt az OSRM útvonaltervező motor „real-time”, tehát a közúthálózat és a forgalmi helyzet aktuális állapota alapján határozza meg a végpontok közötti időbeli távolságot, visszamenőleges adatkérésre nincsen mód. Mivel az adatlekérést 2018 novemberében végeztem el, a közúti elérhetőség és az áruforgalom megfigyelése között három év különbség van. Tekintve, hogy a két időpont között a hazai gyorsforgalmi úthálózat több szakaszon is bővült (pl. Debrecen, 4. sz. főút, a Makó és Csanádpalota közötti 23 km-es új autópályát, Hegyfalva és Csorna-kelet közötti 33 km-es szakasz stb.), illetve több alsóbrendű útszakasz is átadásra került, bizonyos országrészekben a közúti időbeli távolság a 2015-ös állapotokhoz képest alulbecsült.⁴⁸ Másrészt az OSRM-ben nem lehet specifikálni a jármű típusát, a rendszer minden esetben személygépjárművel számol. A gravitációs egyenlet regressziós becslése szempontjából ennek azért van jelentősége, mert a fuvarozóknak a járművek üzemeltetésével kapcsolatos költségeket, az útdíjakat, valamint a tehergépkocsik úthasználatára, illetve a járművezetőkre vonatkozó szabályozást is figyelembe kell venniük az útvonal tervezésekor, ami egészen eltérő útvonalakat eredményezhet. Például 2013 óta a legtöbb árut szállító nehéz tehergépjárművek – a személygépkocsikkal ellentétben – nem hajthatnak mellékutakon, így a legrövidebb idő alatt megtehető útvonal a teherautók esetében nem mindig járható.

Megítélésem szerint az OSM alkalmazásához köthető mérési problémák legfeljebb kismértékű torzulást eredményeznek ψ becslésében, hiszen egyrészt az újonnan átadott rövid útszakaszok nem érintik az ország egészének közlekedési viszonyait, inkább csak lokális léptékben hatnak, másrészt a hosszabb távolságra történő személy- és áruszállítás minden járműtípus esetében a közúti infrastruktúra gerinchálózatát alkotó autópályákra és elsőrendű főutakra terelődik. A járműtípusok útvonaltervezésében vételezett különbségek emiatt inkább helyben jelentkeznek, ezekre a szisztematikus mérési hibákra pedig a térségi fix hatások részben kontrollálhatók.

⁴⁸ Alternatív adatforrásként érdemes megemlíteni az MTA KRTK Adatbankjában elérhető GEO adatbázist, amely egyebek mellett tartalmazza 45 ezer népszámlálási körzet időbeli elérhetőségének mátrixát 2015-re vonatkozóan. A GEO adatbázis használatát a részletgazdag adattartalom ellenére azért vetettem el, mert korántsem egyértelmű, hogy melyik népszámlálási körzetet érdemes megfeleltetni az egész településsel. Korántsem egyértelmű, hogy a térbeli megfeleltetés után a GEO az OSM-hez képest sokkal precízebb adatokat biztosított volna.

4. ábra. A közúti időbeli távolság és az áruforgalom eloszlása településpárok szerint



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés az OSM és az OpenStreetMap adatai alapján

A közúti áruforgalomra felírt (30) gravitációs modellt a települések szintjén becsülöm meg, az adatokat nem aggregálom fel járási szintre. Ennek oka, hogy az aggregációval a modell elemszáma és varianciája csökkenne, nem tudnánk megfigyelni a járáson belül zajló áruforgalmat, illetve az időbeli távolság is csak jelentős hibák mellett lenne mérhető (különösen a nagy kiterjedésű alföldi járások, illetve a fővárosi agglomeráció esetében). A települési szinten számolt távolság és áruforgalom-adatok eloszlását az 4. ábra mutatja. A logaritmikusan transzformált adatok a normál eloszláshoz képest némileg ferde és csúcsos empirikus eloszlást mutatnak.

A regressziós becslések eredményeit a 3. táblázat tartalmazza. Az első oszlop az áruforgalom és az elérhetőség közti korrelációt mutatja kiindulási és végponti fix hatások nélkül. A két változó között a kapcsolat iránya a várakozásoknak megfelelően ellentétes, a távolság önmagában az áruforgalom varianciájának nagyjából 14%-át magyarázza ($R^2 = 0,141$). A második oszlopban a modellt kiegészítem a kiinduló és végpontokra vonatkozó települési fix hatásokkal. Ebben a modellben a közúti elérhetőségre kapott együttható -0,015, ami szintén arra utal, hogy az időbeli távolság növekedésével az áruforgalom volumene csökken. Konkrétan, ha minden más tényező változatlanága mellett 1 perccel növekszik a települések időbeli távolsága, a szállított áruk tömege átlagosan 1,5 százalékkal csökken. Ez alapján a szállítási költségek távolságra vonatkozó rugalmassága $\psi = 0,0018$. A modell magyarázó ereje a kétoldali fix hatásokkal együtt jelentősen növekedett, az R^2 szerint a magyarázott variancia kicsit kevesebb, mint 50%.

A legkisebb négyzetek módszere ugyanakkor kizárólag a pozitív áruforgalmat lebonyolító településpárokat veszi figyelembe ($N = 195\,865$), ami az összes megfigyelés 9,5 %-a. Ez akkor jelent problémát, ha a szállított áru mennyiségének nullás értékei nem véletlenszerűen oszlanak meg, hanem előfordulásuk korrelál az időbeli távolsággal. Konk-

3. táblázat. A közúti áruszállításra felírt gravitációs modell becslésének eredményei

Függő változó: $\log X_t(i, j)$	(1) OLS	(2) OLS	(3) Heckman	(4) PPML
Közúti elérhetőség	-0.010*** (0.000)	-0.015*** (0.000)	-0,014*** (0.002)	-0,008*** (0.005)
inverz Mills-arány			2,122*** (0.050)	
ψ	0,0012 (0,0000)	0,0018 (0,0000)	0,0017 (0,0001)	0,0010 (0,0002)
Induló- és végponti fix hatás		Igen	Igen	Igen
R^2	0,141	0,470	0,486	0,499

Megjegyzés: a regressziós modellek egy konstans tartalmaznak, a Heckman-modellek első lépcsőjében az exogén szelekciós változó mellett az időbeli távolság, illetve a fix hatások is szerepelnek. A robusztus standard hibák zárójelben találhatók, ψ standard hibáját delta módszerrel számoltam. A PPML esetében R^2 alatt a maximum likelihood pszeudo- R^2 értendő. ***: az együttható szignifikáns 1%-os szinten. A megfigyelések száma 2 069 307, ebből 195 865 esetben van pozitív áruforgalom.

rétan, ha a távolság növekedésével valóban csökken az áruforgalom, az egymástól távol eső települések között valószínűbb, hogy a felmérés ideje alatt nem vesszük számba a tényleges áruforgalmat. Az OLS ilyenkor a távolság hatását alulbecsüli, hiszen figyelmen kívül hagyja a nullás értékek, amelyek takarhatnak kis volumenű áruforgalmat is (Rauch 1999, Linder és de Groot 2006). A szelekciós torzítás kiküszöbölésére kétlépcsős Heckman-féle modellt futtattam, melyben a nullás érték felbukkanásának valószínűségét a távolság és a kétoldali fix hatások mellett a településméret is meghatározza. Ehhez egy olyan kétértékű változót konstruáltam, amely akkor vesz fel 1-es értéket, ha a kiinduló- és céltelepülés mérete egyaránt alacsonyabb, mint 10 000 fő. Az első lépcsőben ezekkel a változókkal megbecsültem a nullás értékek megjelenésének valószínűségét, majd az ebből képzett változóval (inverz Mills-arány) korrigáltam az áruforgalom OLS becslését. A Heckman-féle modell második lépcsőjében az inverz Mills-arány szignifikáns, ami arra utal, hogy az áruszállítás gravitációs modelljében van szelekciós torzítás. Ennek ellenére a közúton mért időbeli távolság hatására a Heckman-modell nagyon hasonló együtthatót becsül, mint a fix hatásokkal bővített második OLS modell. A távolság együtthatója a Heckman-modellben 0,014 (0,001), melyből ψ értéke 0,0014-re tehető. A magyarázóerő lényegében változatlan: $R^2 = 0,486$. Érdemes megjegyezni, hogy a magas illeszkedési mutatók ebben a modellben is a fix hatások beépítésének tudhatók be, a fix hatások nélkül futtatott, de a táblázatban nem közölt Heckman-modell a függő változó varianciájának kevesebb, mint ötödét magyarázza csak. A táblázat utolsó oszlopa a poisson pszeudo-maximum likelihood (PPML)

eljárás eredményeit mutatja, amelyek kisebbek az eddigi becsléseknél. A PPML az OLS-sel ellentétben figyelembe veszi a nullás értékeket is, melyekről azt feltételezi, hogy ugyanannak az adatgeneráló folyamatnak eredményei, mint a pozitív árumennyiségek. A teljes mintán becsült együttható azonban meglehetősen alacsony, $-0,008$ ($0,0001$), amely szerint a közúti időbeli távolság egységnyi növekedése a szállított áru mennyiségét kb. $0,8$ %-kal csökkenti.

A különböző becslési eljárások hasonló eredményekre vezetnek, melyek alapján ψ lehetséges értéktartománya jelentősen leszűkíthető. A továbbiakban a szállítási költség időbeli távolságra irányuló rugalmasságát $0,0017$ -ben állapítom meg, ami a bővített OLS és a Heckman-féle szelekciós modell eredményeihez áll legközelebb, de kicsit magasabb, mint a PPML becslésekből adódó érték. Ezt behelyettesítve (29) egyenletbe, illetve a járások elérhetőségét a járásközpontok közti időbeli távolsággal közelítve megadható a szállítási költségek járási mátrixa. Feltételezve, hogy az előrejelzés időszakában nem történik olyan nagyívű közúthálózat-fejlesztés, ami a szállítási költségek térbeli leképeződését jelentősen átalakítaná, a (29) alapján becsült költségmátrixot időben állandónak tekintem.

3.1.4. A technológia kezdeti szintje és lakóterületek kiterjedése

A szimuláció elvégzéséhez a szállítási költségek és a modell paraméterei mellett ismernünk kell a technológia kezdeti szintjének, illetve a minőségi jellemzőkkel kiigazított lakásállomány térbeli eloszlását is. Tekintve, hogy a két változó jelentéstartalma meglehetősen magas absztrakciós szintet képvisel, mérésük igen nehézkes. A lakásállomány ebben a modellben a régió lakhatási célra felhasználható területét jelenti, melyből a lakosok annyit vesznek birtokba, amennyit adott jövedelem és bérleti díj mellett megengedhetnek maguknak. Mivel ez a változó definíció szerint folytonos, ezért nehezen lenne megfeleltethető a lakóegységek számával, de még a lakott területek síkbeli kiterjedésével sem feltétlenül, hiszen ez a mutató nem informál sem a beépítettség mértékéről, sem arról, hogy a területen álló épületek milyen állapotban vannak, vagy egyáltalán használatban állnak-e.

Hasonló elvi nehézséggel szembesülünk a technológiai színvonal változójának közelítése során is. A közgazdasági szakirodalom egyik uralkodó megközelítése szerint ugyanis a tudományos és műszaki tudás a közjóságok tulajdonságaival rendelkezik, nevezetesen nem kizárható, illetve nem rivalizáló. Ez a tény csökkenti a tudásfelhalmozás motivációját a magánszektorban, amit a kormányzatok a szabadalmak, illetve a tudományos és művészeti alkotások jogi oltalmán keresztül igyekszik kompenzálni. Emiatt a kutatók körében természetes módon adta magát az a feltevés, miszerint a benyújtott szabadalmak száma alkalmas lehet a technológiai színvonal, illetve az innovációs potenciál közelítéséhez. A szabadalmak számának alkalmazása azonban jelen modell esetében nem tekinthető

ideális megoldásnak, hiszen egyfelől a K+F tevékenységnek csak egy kis szeletét fedi le, másrészt – a többi stock-típusú mutatóhoz hasonlóan – a tudományos-műszaki kibocsátást méri, míg esetünkben $\lambda_0(i)$ azt a tudásbázist takarja, amelyre alapozva a vállalatok újabb termékinnovációkkal állnak elő.

A technológiai színvonal kezdeti szintje, illetve a lakásállomány tehát két olyan absztrakt változó, melyek nehezen feleltethetőek meg valós adatoknak, így meghatározásukhoz más módot kell keresni. Célszerű $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ változókat úgy számszerűsíteni (kalibrálni), hogy $w_0(i)$, $L_0(i)$, valóságban megfigyelt értékei adott $\varsigma(i, j)$ mellett kielégítsék a modell egyensúlyi feltételeit. Ekkor lényegében a technológiai színvonalnak és lakásállománynak azt az egyértelmű térbeli eloszlását keressük, amely mellett a modell tökéletesen leképezi az endogén változók valóságban megfigyelt értékeit. Ehhez azonban először igazolni kell, hogy $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ változóknak létezik olyan egyértelmű eloszlása, amelyek a megfigyelt adatokat racionalizálja a modell egyensúlyi állapotában. Ehhez a következőképpen járhatunk el: először fejezzük ki a lakásállományt (23) egyenletből $t = 0$ időpontban,

$$H(i) = \lambda_0(i)^{\frac{\alpha}{(\sigma-1)(1-\alpha)}} w_0(i)^{\frac{(2\sigma-1)\alpha}{(1-\sigma)(1-\alpha)}} L_0(i), \quad (32)$$

majd helyettesítsük vissza ezt az egyenletet (24)-be:

$$w_0(i)^\sigma \lambda_0(i)^{-1} = A_0 \int_S w_0(j)^{1-\sigma} \lambda_0(j) L_0(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj. \quad (33)$$

4. Állítás (A technológia kezdeti szintje). *Adott A_0 mellett (33) egyenletrendszernek létezik egyértelmű megoldása.*

Bizonyítás. lásd az A. Függelék A.4. pontjában. □

Az állítás egyenes következménye, hogy (32) egyenletnek is létezik megoldása, a technológiai szint kezdeti eloszlásának ismeretében tehát a lakásállomány is egyértelműen megadható az egyes térségekre. A technológiai szint – az előző állításból fakadóan – megadható a következő egyszerű iterációs eljárás segítségével:

1. Első lépésben definiáljuk $\lambda_0^{(0)}(\cdot)$ induló eloszlást, majd $w_0(\cdot)$, $L_0(\cdot)$, $\varsigma(\cdot, \cdot)$ illetve A_0 ismeretében oldjuk meg (33) bal oldalát.
2. Fejezzük ki $\lambda_0(i)$ -t az egyenlet jobb oldalán, majd az egyenlet bal oldalának ismeretében oldjuk meg az egészet $\lambda_0(i)$ -re. Az így kapott eloszlás legyen $\lambda_0^{(1)}(\cdot)$.

3. Számoljuk ki az átlagos négyzetes hiba mértékét $\lambda_0^{(0)}(.)$ és $\lambda_0^{(1)}(.)$ között a következő formula segítségével:

$$\text{MSE}_{\lambda_0}^{(1)} = \int_S \left(\lambda_0^{(1)}(i) - \lambda_0^{(0)}(i) \right)^2 di.$$

4. Ha $\text{MSE}_{\lambda_0}^{(1)} < \xi$, ahol ξ egy előre meghatározott toleranciaküszöb, az iterációt befejezzük. Ellenkező esetben $\lambda_t^1(.)$ kerüljön (33) jobb oldalára, majd az első lépéstől addig ismételjük az iterációt, amíg a fenti feltétel nem teljesül.

Az eljáráshoz előre meg kell adni A_0 skalár értékét, ami a technológiai színvonal változójának normálásáért felel. Ezt az alkalmazás során a kezdő időpontban megfigyelt átlagos bérszínvonalnak feleltetem meg. Ahogy a paraméterek kalibrálásánál, a nominális béréket továbbra is az egy adózóra jutó adóköteles jövedelemmel, a munkakínálatot pedig az adóalanyok számával közelítem. Annak ellenőrzésére, hogy a két változó kalibrálása során sikerrel jártunk-e, a függelék A pontjában bemutatott iterációs eljárás használható.

3.2. A szimuláció lépései

A technológia kezdeti szintje, a lakásállomány és a szállítási költségek ismeretében meghatározható a munkaerő-kínálat és a munkavállalói jövedelem egyensúlyi eloszlása $t = 0$ kezdeti időpontra. Ezt a következő egyenletrendszer megoldásával adhatjuk meg:

$$\pi_t(i, j) = \frac{w_t(j)^{1-\sigma} L_t(j) \bar{\lambda}_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma}}{\int_S w_t(k)^{1-\sigma} L_t(k) \bar{\lambda}_t(k) \varsigma(i, k)^{1-\sigma} dk},$$

$$w_t(j) L_t(j) = \int_S w_t(i) L_t(i) \pi_t(i, j) di,$$

$$L_t(i) = \frac{\left(\lambda_t(i)^{\frac{\alpha}{\sigma-1}} H(i)^{(1-\alpha)} \pi_t(i, i)^{\frac{\alpha}{1-\sigma}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma(1-\alpha)-1}}}{\int_S \left(\lambda_t(k)^{\frac{\alpha}{\sigma-1}} H(k)^{(1-\alpha)} \pi_t(k, k)^{\frac{\alpha}{1-\sigma}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma(1-\alpha)-1}} dk} \bar{L}.$$

Ezek közül az első egyenletrendszer a j -ben gyártott termékekre szánt kiadások hányada i -ben (15), a második a jövedelem és a kiadások egyezésére vonatkozó egyensúlyi feltétel (18), az utolsó pedig a helyi munkaerő-kínálat, amit (5), (16) és (17), valamint $\bar{L} = \int_S L_t(i) di$ egyensúlyi feltételek kombinálásával fejeztem ki. Az egyenletrendszer megoldása a következő iterációs eljárásra épít:

1. Első lépésben definiáljuk $w_t^{(0)}(.)$ és $L_t^{(0)}(.)$ induló eloszlást, majd $\bar{\lambda}_t(i)$ és $\varsigma(.,.)$ ismeretében adjunk becslést $\pi_t^{(0)}(.,.)$ kiadási mátrixra.

2. Felhasználva $w_t^{(0)}(.)$ és $L_t^{(0)}(.)$ eloszlásokat, illetve az imént kapott $\pi_t^{(0)}(.,.)$ -t, a második egyenletrendszer segítségével számoljuk ki a teljes kiadást, majd ebből fejezzük ki a bért, ami legyen $w_t^{(1)}(.)$.
3. Az utolsó egyenletrendszer segítségével adjuk meg a munkaerő-kínálatot, ami legyen $L_t^{(1)}(.)$.
4. Amennyiben a $w_t^{(0)}(.)$ és $w_t^{(1)}(.)$ bérelőzlás, valamint $L_t^{(1)}(.)$ és $L_t^{(1)}(.)$ közti átlagos négyzetes hiba mértéke alacsonyabb, mint egy előre meghatározott toleranciaküszöb, az iterációt befejezzük. Ellenkező esetben helyettesítsük a jövedelem és a munkaerő-kínálat induló eloszlásait $w_t^{(0)}(.)$ és $w_t^{(1)}(.)$, valamint $L_t^{(0)}(.)$ és $L_t^{(1)}(.)$ átlagával, majd ismételjük meg a lépéseket az első ponttól.

Az egyensúlyi munkaerő-eloszlás és a járási átlagjövedelmek ismeretében a többi endogén változó kifejezhető a modell egyenleteinek segítségével. A termékváltozatok árindexét (17), a bérleti díjakat (3) és (4), az \bar{u}_t haszont pedig (5) egyenlet segítségével adhatjuk meg.

A munkaerő-eloszlás ismeretében (7) lépteti előre a modellt időben, melyben a régiók technológiai egymásrahatását befolyásoló $\tau(.)$ változót még nem specifikáltam. Ha teljes mértékben ragaszkodunk az elméleti modellhez, melyben a technológiatranszfer intenzitása nem függ a járások közti távolságtól, $\tau(.)$ hatása a járások növekedésére mindenhol azonos, az egyenlőtlenségek jövőbeli alakulását nem befolyásolja. Ellenben, ha $\tau(.)$ erősen távolságfüggő, az interregionális technológiatranszfer befolyásolja a technológia jövőbeli földrajzi eloszlását. Az előrejelzés során feltételezem, hogy $\tau(.)$ függ a járások relatív elhelyezkedésétől. Ehhez meg kell mérni, hogy a földrajzi távolság átlagosan mennyire fogja vissza a technológiai tudás terjedését a járások között. Ennek egyik lehetséges módja a szabadalmi hivatkozások térbeliségének vizsgálata, ami Jaffe, Trajtenberg és Henderson (1993) nyomán terjedt el.⁴⁹ Sajnos ehhez a dolgozat készítése során nem álltak rendelkezésemre megfelelő adatok, $\tau(.)$ meghatározásához más munkák eredményeit használok fel. Mivel tudomásom szerint nem készült olyan elemzés, ami a hazai tudástranszfer földrajzi távolságra irányuló rugalmasságát számszerűsítene, a nemzetközi szakirodalomból Comin, Dmitriev és Rossi-Hansberg (2012) eredményeit használok fel. A szerzők összesen húsz ipari, kommunikációs és közlekedési célú technológiai újítás esetében vizsgálták az elterjedés időbeli és térbeli dinamikáját a Világ országainak keresztmetszetén. Az eredmények értelmében minél távolabb van az ország a feltalálótól és a korai adaptálótól, a technológia annál később jut el az országba. Az elemzés számszerű eredményeit alapul véve $\tau(.)$ -t

⁴⁹Ezzel a megközelítéssel kapcsolatban számos elvi probléma felmerül, kezdve azzal, hogy vajon megfelelően tükrözi-e a szabadalmi hivatkozás a tudás valós átvételét (Thompson 2006), illetve egyáltalán megfeleltethető-e a tudástranszfer folyamata a szabadalmak hivatkozásának belső logikájával.

a következőképpen specifikálom a benchmark modellben:

$$\tau(i, j) = e^{-\eta d(i, j)},$$

ahol $\eta = 0.0015$. Tekintve, hogy η nem hazai, hanem globális léptékű mérések alapján került meghatározásra, egyáltalán nem triviális, hogy hazai körülmények között is adekvát a használata. Emiatt a későbbiekben megvizsgálom, hogy a benchmark modell mennyire érzékeny η megváltozására.

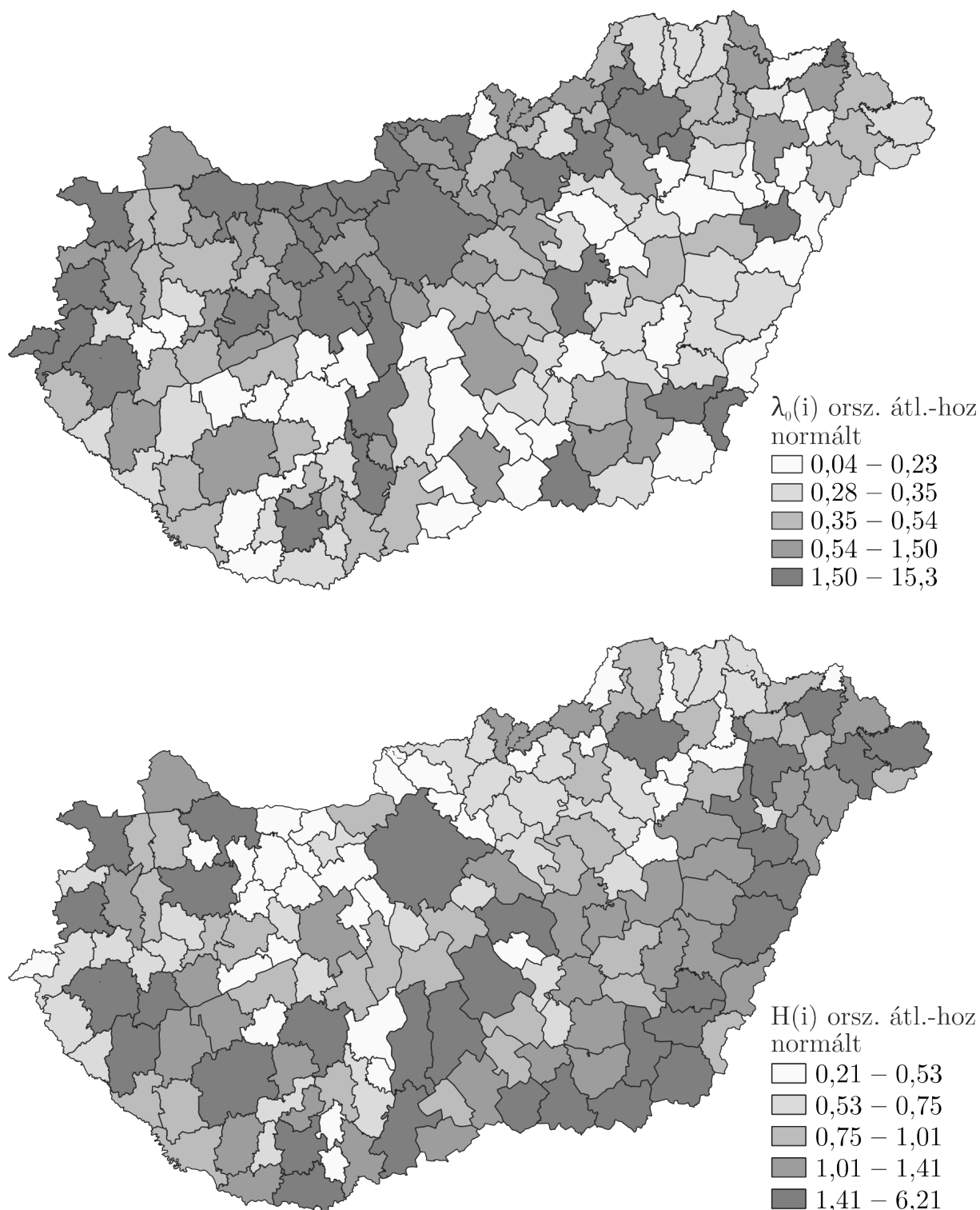
Az (7) egyenlet alapján meghatározható a technológiai színvonal a következő időszakra, amit adottnak véve, a fenti iterációs eljárás megismétlésével kiszámíthatjuk a munkaerő következő időszakban esedékes egyensúlyi eloszlását. Ezeket a lépéseket annyi-szor ismétljük meg, ahány időszakkal (esetünkben évvel) szeretnénk előrejelezni a modell változóinak térbeli eloszlását.

3.3. A modell validálása

Az előrejelző modellek legfontosabb sikerkritériuma, hogy képesek a modell endogén változóit minél pontosabban prediktálni. Az előrejelzési teljesítmény mérésére sokszor csak ex-post nyílik lehetőség, de bizonyos esetekben megtehetjük azt is, hogy meglévő adatokon teszteljük a modellt. Erre a makrogazdasági irodalomban több alternatív – egymást jól kiegészítő – eljárás is létezik. (pl. impulzus válaszfüggvények értelmezése, vagy a közvetlen empirikus tesztelés). Desmet, Nagy és Rossi-Hansberg (2018) például egy egészen egyedi megoldást alkalmazott. Nevezetesen, a modellt a jelenből elindítva és időben visszafelé haladva a régmúlt globális népességeloszlásait becsülték meg, majd ezt összevetették a Maddison-féle gazdaságtörténeti adatbázis tényadataival. Ennél én egy jóval konzervatívabb megoldást alkalmazok, melynek lényege, hogy az előrejelző algoritmust egy korábbi időpontról indítom és egészen addig futtatom, amíg rendelkezésre állnak adatok a célváltozók valós alakulásáról. Konkrétan, a validálás kezdőévet 2007-ben rögzítem, az előrejelzést pedig éves rendszerességgel 2017-ig folytatom, amikor még a TEiR-ből elérhetőek a személyi jövedelemadó-bevallások települési adatsorai. Ennek megfelelően $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ járási értékeit a 2007-es SZJA-adatok alapján kalibrálom, \bar{L} értékét pedig az ugyanezen évben SZJA-bevallást beadók országos létszámában rögzítem. Ezeket felhasználva minden egymást követő évre meghatározom a munkaerő- és átlagjövedelem egyensúlyi eloszlásait, amit a valós megfigyelésekhez hasonlítok.

A validálás első lépéseként a kezdeti technológiai színvonal, illetve a lakhatási célra felhasználható terület kiterjedését becsülöm meg. Fontosnak tartom ismételten hangsúlyozni, hogy ez a két változó olyan adottságokat jelöl, melyek a modell belső struktúrájából, valamint a $w_0(i)$ és $L_0(i)$ változóknak megfeleltetett SZJA-adatokból adódnak,

5. ábra. A technológia kezdeti szintjének és a lakóterületek kiterjedésének becsült értékei (2007).



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. Az adatokat az országos átlaghoz normáltam, a kategória határokat pedig a változók kvantilisei alapján határoztam meg. Minden kategória egyenlő számú járást tartalmaz.

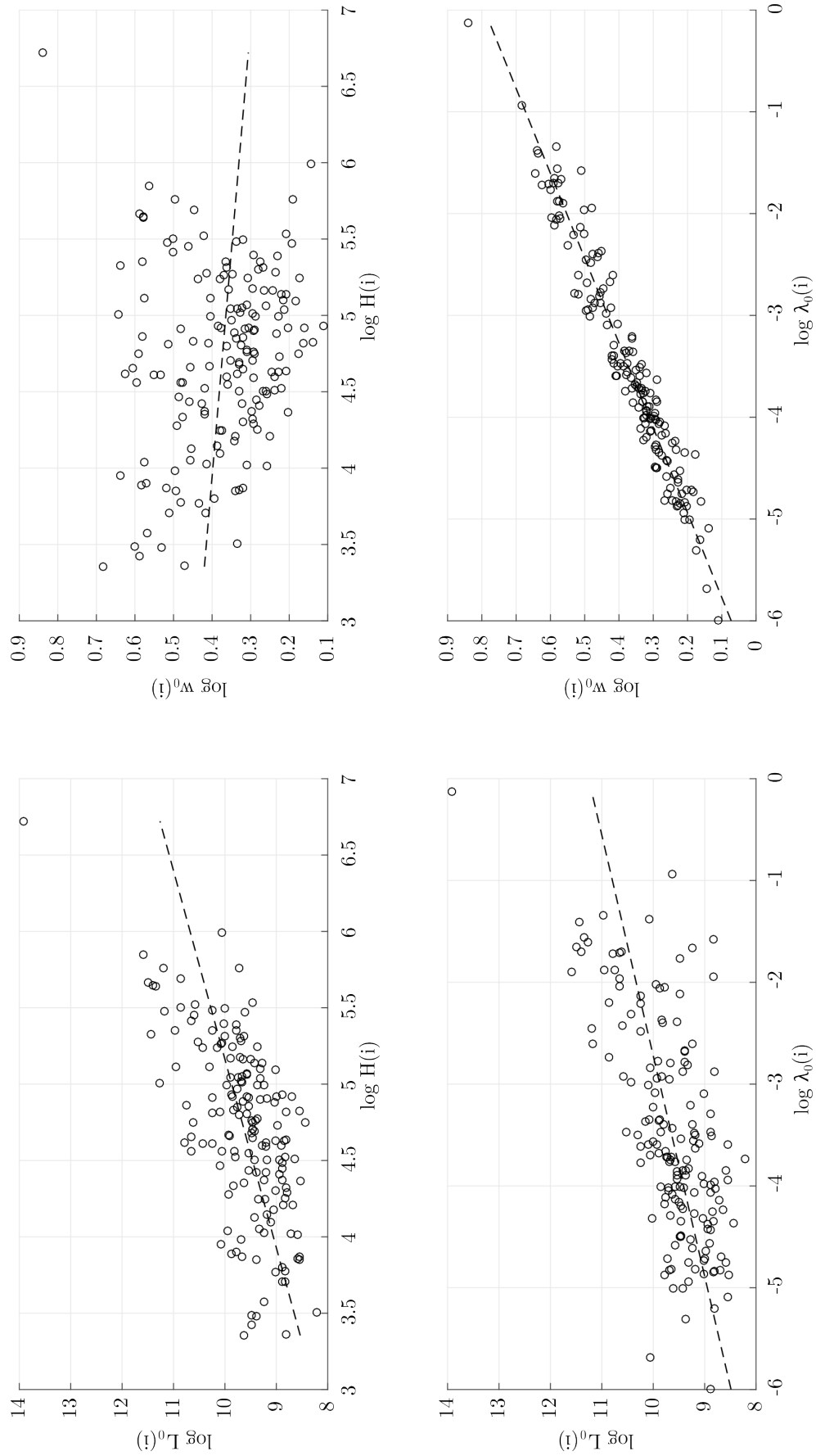
így valós jelentéstartalmuk nincsen. Hiba lenne ezeket a változókat a hazai gazdasági térszerkezet önálló magyarázó faktoraként felfogni, illetve olyan jelenségekkel összefüggésbe hozni, melyek kívül esnek a modell fókuszán (pl. demográfiai folyamatok, a munkaerő iskolázottsága, intézményi háttér stb.). Éppen ezért $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ térképezése inkább illusztratív, mint a informatív.

A két változó területi mintázatát 5. ábra mutatja, ami alapján a technológia kezdeti szintje a főváros vonzáskörzetében, a megyeszékhelyek köré szervezett járásokban, az M1-es és M6-os autópályák nyomvonalán, illetve az osztrák határ mentén fekvő járásokban magas míg az Alföld kevésbé urbanizált járásaiban, illetve Dél-Dunántúl belső periferiáin alacsony. A lakhatási célra felhasználható területek kiterjedése a modell belső logikája szerint a főváros és a legtöbb megyeszékhely körzetében (kivéve a Veszprémi és Egri járásokat), a Bács-Kiskun egyes járásaiban (különösen a Kiskőrösi, és Kalocsai járásokban), illetve az alföld határmenti térségében nagyobb. Különösen magas értékekkel találkozunk Csongrád és Békés megye határmenti járásaiban, Hajdú-Bihar keleti felén (Hajdúböszörményi, Berettyóújfalui, Debreceni, Devecseri járások), illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében. Az ország nyugati felén olyan nagyobb összefüggő területek, ahol $H(i)$ kiemelkedően magas értékeket vesz fel, nem találunk. A Dunántúlon a megyeszékhelyek, illetve a Keszthelyi, Soproni, Pápai és a Tamási járások emelkednek ki. Alacsony értékeket főként Komárom-Esztergom, Nógrád és Heves megyében, illetve Borsod-Abaúj-Zemplén északi felén találunk.

A modell érvényességének szempontjából érdekesebb $\lambda_0(i)$ és $H(i)$, illetve a 2007-es SZJA-adatokból megfigyelt $\log L_0(i)$ és $w_0(i)$ változók közti korreláció, amit a 6. ábra négy szórásdiagramja szemléltet. A járási értékek szóródásának összehúzója érdekében a tengelyeken a változók logaritmusát ábrázoltam. A kapcsolatok iránya minden változópár esetén megegyezik a modell alapvető következtetéseivel (ld. (22) egyenletet), erősségük azonban változó. A bal felső ábrán a lakóterület és a logaritmizált munkaerő-állomány között pozitív irányú a kapcsolat, tehát ahol a lakhatási célra felhasználható területek hipotetikus kiterjedése nagyobb, ott jellemzően többen is laknak. A lakóterület és a járási átlagjövedelem között ezzel szemben gyenge negatív kapcsolatot találunk (jobb felső ábra), $H(i)$ tehát csekély szerepet játszik a a jövedelem magyarázatában (modell keretein belül).

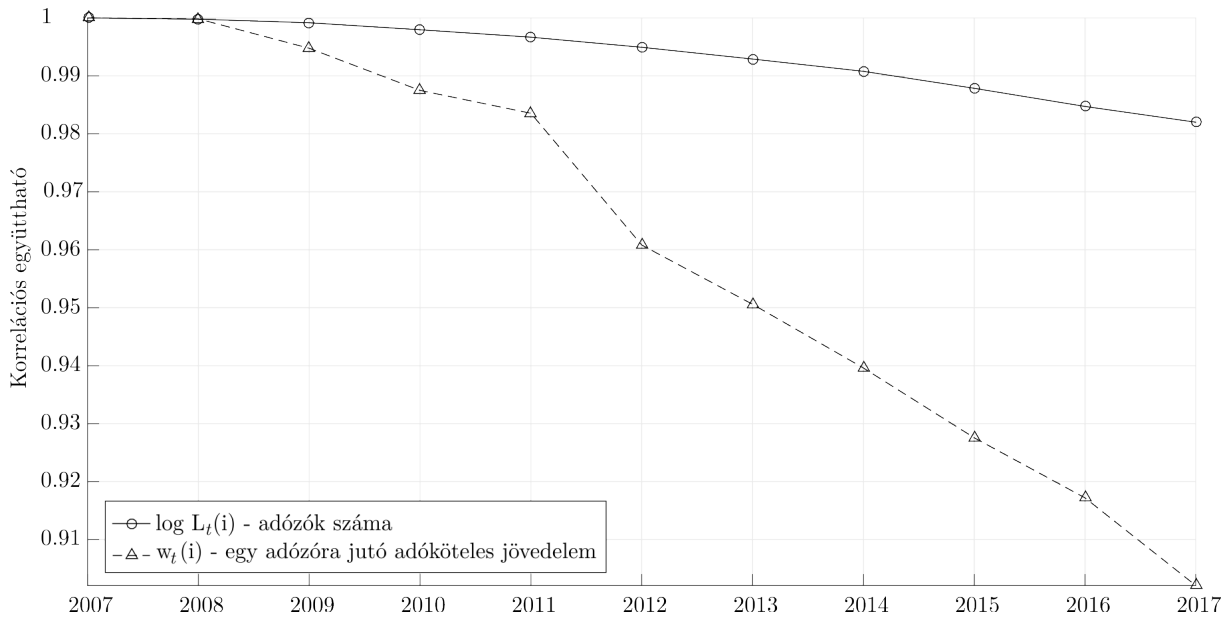
A technológia kezdeti szintje mindkét endogén változóval pozitív kapcsolatot mutat, különösen a jövedelem esetében. A modell szerint $\lambda_0(i)$ értékének jellemzően azokban a régiókban kell magasnak lennie, ahol a lakosság száma magas, illetve magasabb az egy főre jutó adóköteles jövedelem. Ennek modellbeli magyarázata a fogyasztás diverzifikálásának igényéből fakad. Ahol a technológia színvonal meghaladja az ország más részein megfigyelt szintet, ott a helyi vállalkozások termékeinek egyensúlyi minősége (13) alapján magasabb, ami a fogyasztás szempontjából vonzóvá teszi a térséget. Ez tovább növeli a

6. ábra. Az endogén változók, illetve $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ közti korreláció



Megjegyzés: A regressziós együtthatók, standard hibák és a determinációs együtthatók (balról jobbra, fentről lefelé): $\beta = 0,51$ (0,07) $R^2 = 0,24$; $\beta = -0,10$ (0,02) $R^2 = 0,22$; $\beta = 0,29$ (0,04) $R^2 = 0,25$; $\beta = 0,12$ (0,00) $R^2 = 0,96$

7. ábra. A valós és szimulált eloszlások közti korreláció (2007-2017)



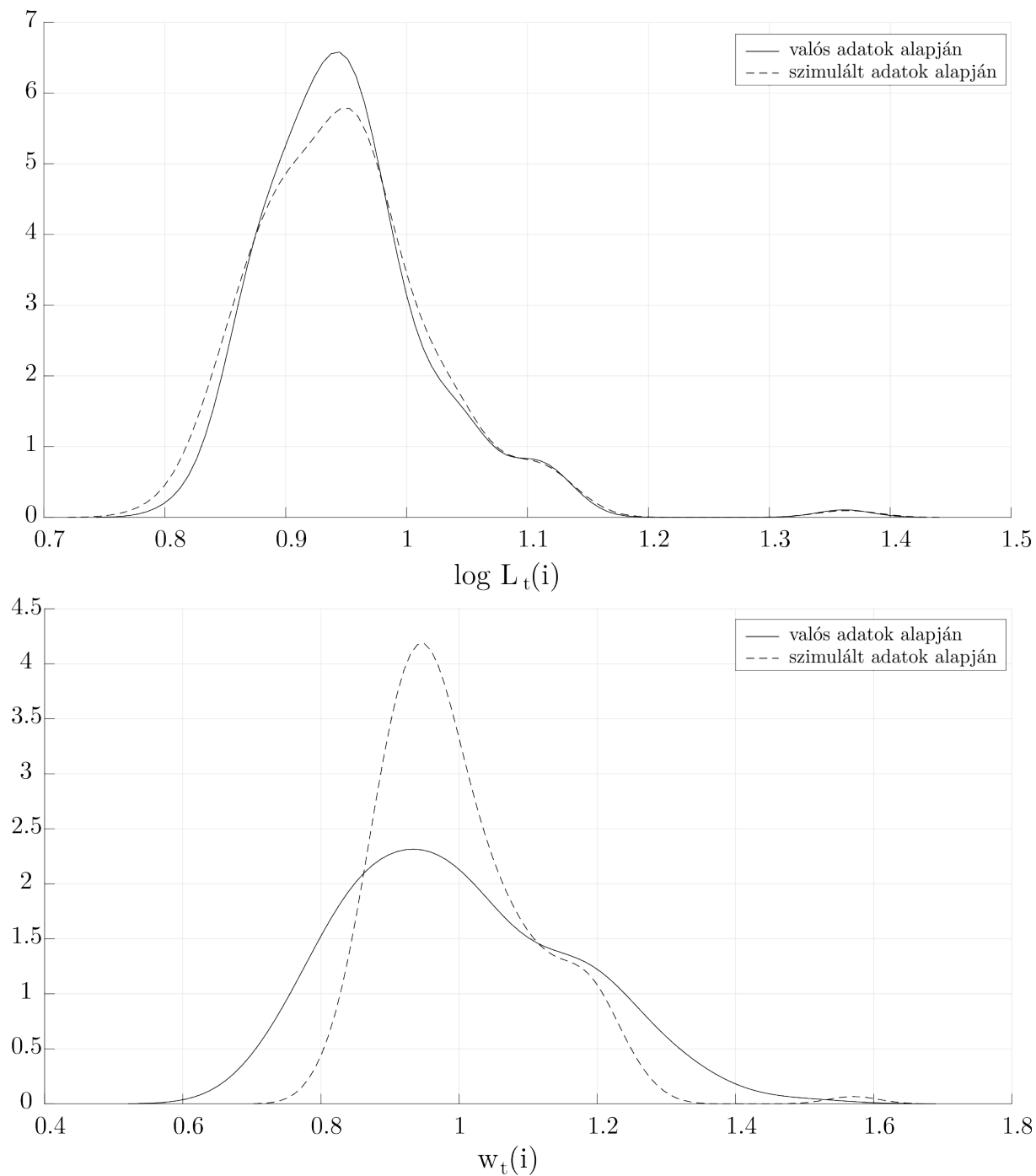
Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. A korrelációs együtthatók 1%-os szinten szignifikánsak.

termékdiverzitást, a helyi termékek fogyasztásának arányát, ami még több munkavállalót vonz a térségbe. A technológia és a jövedelem között látható meglehetősen erős összefüggés (jobb alsó ábra) abból ered, hogy a javuló termékminőség az ország egészében növeli az adott térségben előállított termékek iránti keresletet, melynek kielégítése több munkaerőt vesz igénybe, ami növeli a helyi bérszínvonalat.

A valós adatokhoz kalibrált $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ segítségével minden évre meghatároztam a munkaerő és a jövedelem egyensúlyi eloszlásait, majd ezeket összevettem a személyi jövedelemadó-bevallások járási szintre összegzett valós adataival. A szimulált és a valós adatok közti korrelációs együtthatók alakulását a 7. ábra mutatja. A logaritmikus skálára transzformált egyensúlyi munkaerő-kínálat szimulált adatai szinte tökéletesen illeszkednek az adózók számára, az adatsorok közti korreláció tíz lépést követően sem csökken 0,98 alá. Az egy főre jutó jövedelem tekintetében már kevésbé kedvező a kép. A tíz éves előrejelzés a jövedelem esetében némileg gyengébb eredményre vezet, a korreláció erőssége a validációs időszak végén 0,90. A szimulált adatok illeszkedése 2011-et követően egy nagyobb ugrás után egyre gyorsabb ütemben romlik.

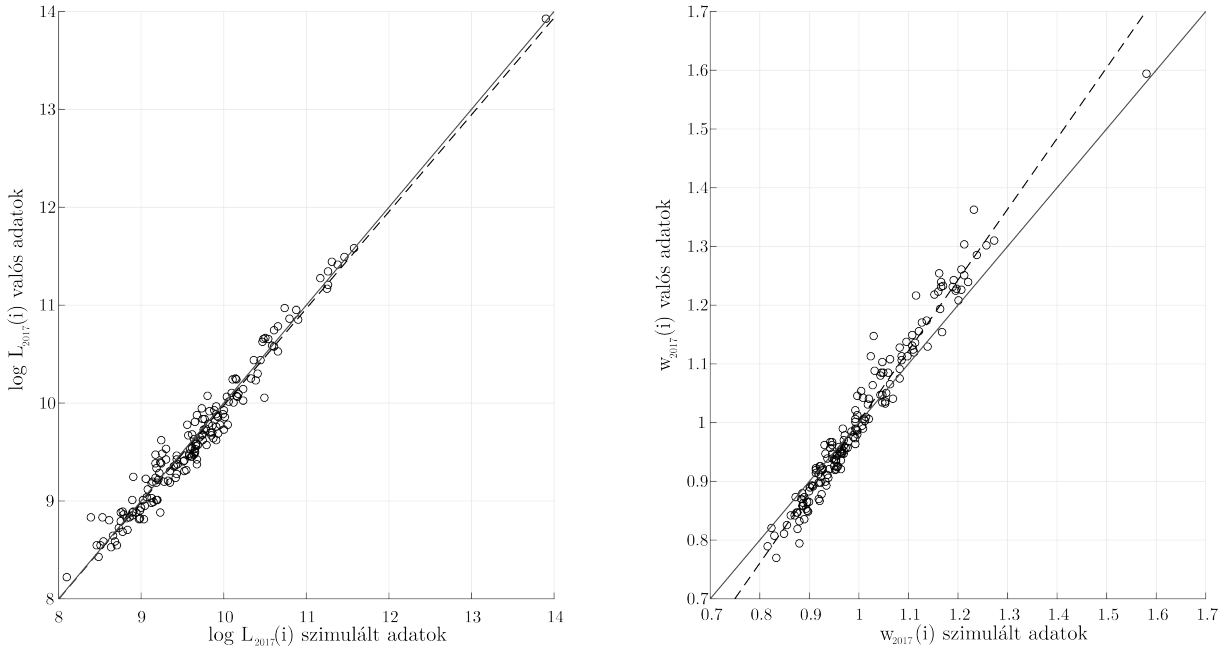
Az 8. ábra a 2017-re szimulált egyensúlyi eloszlásokat veti össze a változók valós eloszlásaival. A változókat az átlaghoz normáltam, hogy az eloszlások oldalirányú elmozdulása ne akadályozza az értelmezést. A $\log L_t(i)$ változó esetében a kernel-függvények jobban illeszkednek egymáshoz, mint $\log w_t(i)$ változónál, ahol a modell erősen alulbecsüli a terü-

8. ábra. A valós és szimulált adatokra becsült kernel-sűrűségfüggvények (2017)



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. A vízszintes tengelyen az országos átlaghoz normált változók találhatók. A normál kernel sávszélességi paraméterének meghatározása a Silverman-féle (1986) hüvelykujjszabály alapján történt.

9. ábra. A valós és szimulált adatok szórásdiagramja (2017)



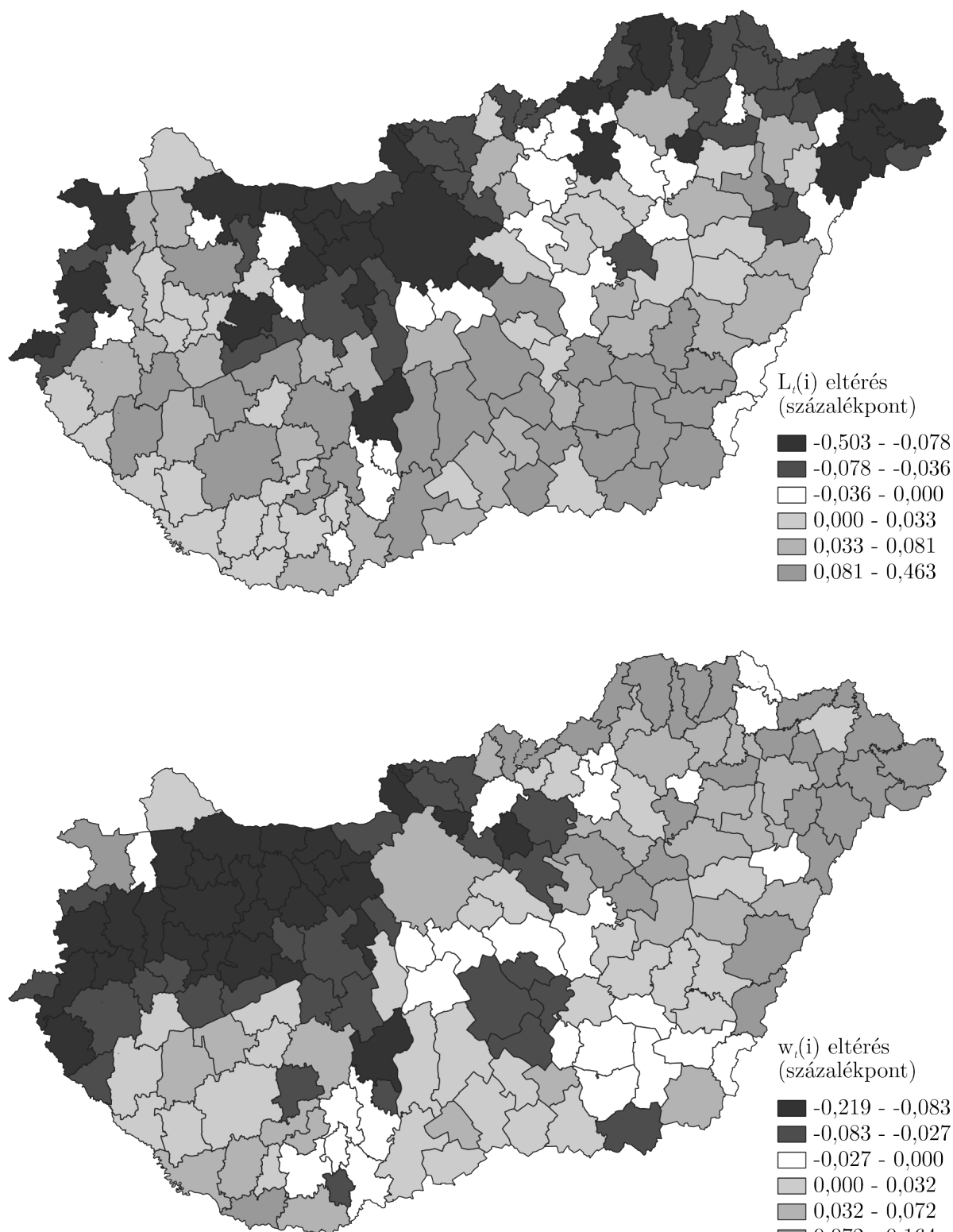
Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. A regressziós együtthatók és a determinációs együtthatók balról jobbra haladva: $\beta = 0,94$ (0,01) $R^2 = 0,96$; $\beta = 1,28$ (0,05) $R^2 = 0,79$.

leti egyenlőtlenségek valós mértékét. A járási átlagjövedelem a szimulációk során 2017-re jelentősen kiegyenlítődött, de a valósághoz hasonlóan gyengén kétmódusú eloszlást rajzol ki. A munkaerő-kínálat ezzel szemben enyhén felülbecsült, a szimulált eloszlás mindkét oldalán megfigyelhető a középre tolódás az eredeti adatokhoz képest.

A modellszimuláció során megfigyelt torzítások irányát és mértékét a 9. ábra szemlélteti, melyen a szórásdiagramokra rajzolt átlók, illetve az adatokra illesztett regressziós egyenesek eltérései érzékeltetik a modellszimuláció szisztematikus torzításait. A bal oldali ábrán az adatpontokra illesztett egyenes szinte tökéletesen átfed az átlóval, a járási munkaerő-állományt tehát a tíz alkalommal léptetett modell meglehetősen jól becsüli. Az ábra jobb oldalán, az egy főre jutó jövedelem esetében azonban már kevésbé tűnik megbízhatónak a becslés. A szimulált és a valós adatokra illesztett regressziós egyenes meredekebb mint a főátló, ami arra enged következtetni, hogy azokban a járásokban, ahol a valós átlagjövedelem meghaladja az országos átlagot, a modell jellemzően alulbecsüli a munkavállalók jövedelmét, míg az átlag alatti járások esetében az átlagjövedelem felülbecsült.

A szimulált és a valós adatok közti eltérések irányának és mértékének térbeli leképeződését a 10. ábra szemlélteti. A modell a munkakínálat országos átlagtól való eltéréseit az ország északi részében alulbecsüli, míg a déli országrészekben a becslés magasabb értéke-

10. ábra. A modellszimuláció torzításainak térbeli mintázata



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. Az ábra a valós és a szimulált adatok országos átlaghoz normált értékeinek eltéréseit mutatja $L_t(i)$ és $w_t(i)$ változókra. A normálás miatt az eltérések mértéke százalékpontban értendő. A kategóriahatárokat a változók kvantilisei alapján határoztam meg.

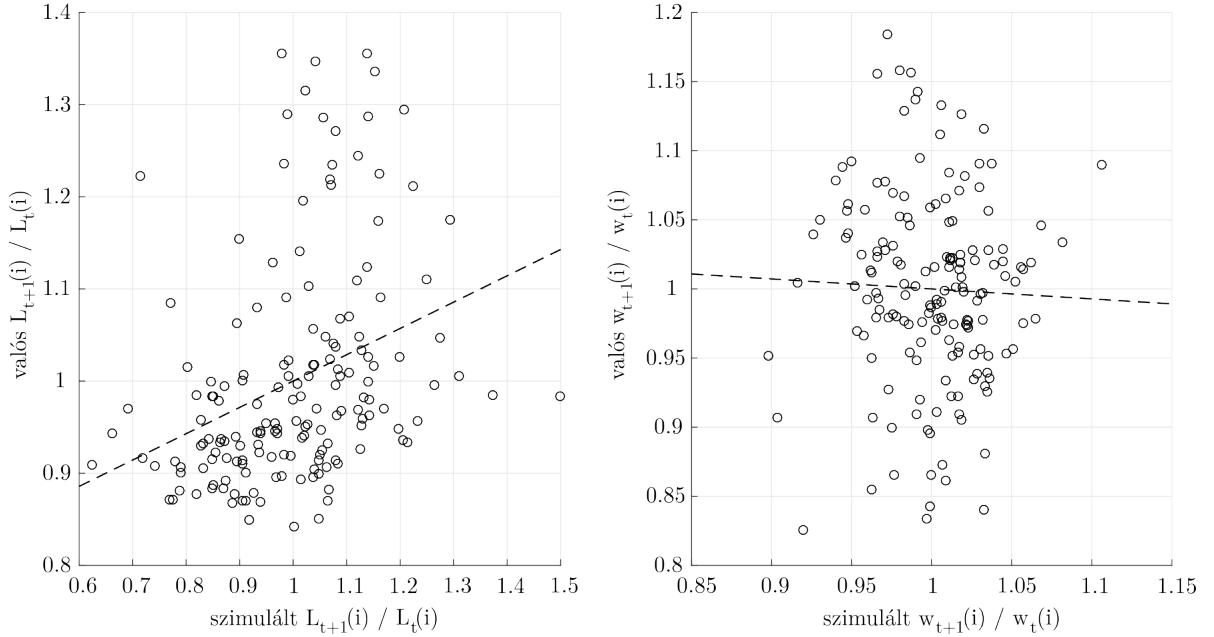
ket ad mint a valóságban. A legnagyobb negatív irányú eltérés a fővárosi vonzáskörzethez köthető, melynek mérete mintegy negyvenszerese az „átlagos méretű” magyar járásnak. A „központi régió” szerepe a munkaerő térbeli koncentrációjában az előrejelzés szerint tehát kisebb, mint a valóságban. Negatív eltéréseket emellett Szabolcs-Szatmár-Bereg, illetve Borsod-Abaúj-Zemplén megye egyes járásában (főleg a Fehérgyarmati, Kisvárdai, Mátészalkai, Nyírbátori járásokban), a nyugati országhatár mentén (a Soproni, Szombathelyi és Szentgotthárdi járások), illetve az M1-es autópálya nyomvonalán (Bicskei, Tatabányai, Tatai, Győri járásokban) találunk. A Dél-Alföld és Dél-Dunántúl járásainak többségében a modell a valóság fölé lő, a legnagyobb mértékű eltérések Bács-Kiskunban, azon belül is a Kecskeméti járásban, illetve Békésben figyelhetők meg. Dél-Dunántúlon a Balaton déli partján elterülő járások, illetve a Kaposvári és Tamási járások esetében találunk pozitív irányú eltéréseket a tényadatokhoz képest.

Az egy munkavállalóra jutó jövedelem esetében a torzítás iránya térben sokkal koncentráltabb képet mutat. A közép-dunántúli és a nyugat-magyarországi régió járásainak többségében a modellszimuláció az országos átlaghoz viszonyított jövedelmet alulbecsüli, az ország keleti felében (különösen az észak-magyarországi és észak-alföldi régiókban) viszont magasabb relatív átlagjövedelmet kapunk, mint amit a 2017-es SZJA-adatok mutatnak. Az eltérések mértéke az ország déli felében, illetve Pest megye járásában alacsonyabbak. A valós és szimulált adatokra becsült kernel-sűrűségfüggvények alakjának eltérései tehát abból származnak, hogy a modell a nyugati országrészben szisztematikusan alábecsül, míg keleten magasabb relatív értékeket ad.

A 11. ábra a járási növekedési ütemek valós alakulását veti össze a szimulált növekedési rátákkal. Bármely változót tekintjük, a növekedés előrejelzésében a modell igen rosszul teljesít, a valós és szimulált növekedés közti korreláció nullához közeli, a jövedelem esetén statisztikai értelemben sincs szignifikáns különbség a nullától. Ezek alapján az előrejelzés megbízhatóságára vonatkozóan a következő megállapításokat tehetjük: a benchmark modell a változók jövőbeli eloszlását nagy pontossággal közelíti, ugyanakkor a növekedési ütemek előrejelzésére nem alkalmas. Ebből az következik, hogy a modell az egyes járások dinamikáját és pontos jövőbeli helyzetét nem képes előrejelezni, az ország egészét érintő tendenciákat viszont megfelelően visszaadja. Nem használható tehát arra, hogy pontos becslést adjunk egy-egy járás munkakínálatának, vagy jövedelmének jövőbeli szintjére, de azt meg tudjuk mondani, hogy a járás a teljes eloszláson belül várhatóan hol fog elhelyezkedni.

A változók közül a munkakínálat esetében a modell jobban teljesít, egy évtized távlatában a valós és a szimulált adatok közti korreláció rendkívül magas (0,98). A torzítás mértéke az egyes járásokban alacsony, nem függ a járás méretétől. Az egy főre jutó jövedelem esetében a tíz éves előrejelzés kevésbé megbízható. Bár a 2017-re számolt korrelációs

11. ábra. A valós és szimulált járási növekedés szórásdiagramja (2007-2017)



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. Az járáások növekedését az átlagos növekedési ütemhez normáltam. A regressziós együtthatók és a determinációs együtthatók balról jobbra haladva: $\beta = 0,28$ (0,06) $R^2 = 0,12$; $\beta = -0,07$ (0,15) $R^2 = 0,01$.

együttható még itt is 0,9 felett van, az előrejelzés térben szisztematikusan torzít, melynek következtében a jövedelem kevésbé szóródik, mint a valóságban.

A szimuláció torzításainak egyik lehetséges oka, hogy a 2007 és 2017 közti időszak teljesen lefedte a 2008-ban kitört válságot. Ez a tény a becslés minőségét minden bizonnyal befolyásolta (konkrétan rontotta), ugyanis a válság a járáásokat a helyi gazdaság ágazati összetételétől, a külkereskedelmi nyitottságtól, illetve az informális gazdaság méretétől függően differenciáltan érintette, így a munkanélküliség eltérő mértékben ütötte fel a fejét az ország különböző részein. Mivel a modell nem számol a munkahely elvesztésével, illetve a munkaerőpiac tartós elhagyásával, az előrejelzés a válság járásspecifikus hatásait nem veszi figyelembe. Mindezek ellenére a munkaerő-kínálat földrajzi eloszlásának előrejelzésében sikeresnek mondható, az egy főre jutó jövedelem terén azonban csak mérsékelten teljesít jól. A modell éles bevetése során a jövedelemre, illetve az abból származtatott egyéb változókra adott előrejelzések értelmezésekor érdemes körültekintően eljárni.

3.4. A benchmark előrejelzés eredményei

A területi egyenlőtlenségek előrejelzéséhez az exogén $\tau(\cdot)$ -val felírt benchmark modellt 2017-ről indítom és két teljes évtized hosszára, 2037-ig futtatom le éves lépésekben. Az

előrejelzés hosszának meghatározásához a validáció során szerzett tapasztalatok adtak támpontot. Úgy gondolom, hogy ezen az időtávon a modell még viszonylag nagy biztonsággal képes a területi egyenlőtlenségek jövőbeli alakulásának főbb tendenciáit azonosítani, még ha kvantitatív értelemben nem is lesz teljesen precíz a becslés. Az előrejelzés során végig a változók jövőben megfigyelt szintjeinek területi különbségeire összpontosítok, a járások konkrét értékeivel, illetve azok időbeli változásával nem foglalkozom. Emiatt a változók jövőbeli eloszlását minden esetben az országos átlaghoz viszonyítva ábrázolom.⁵⁰

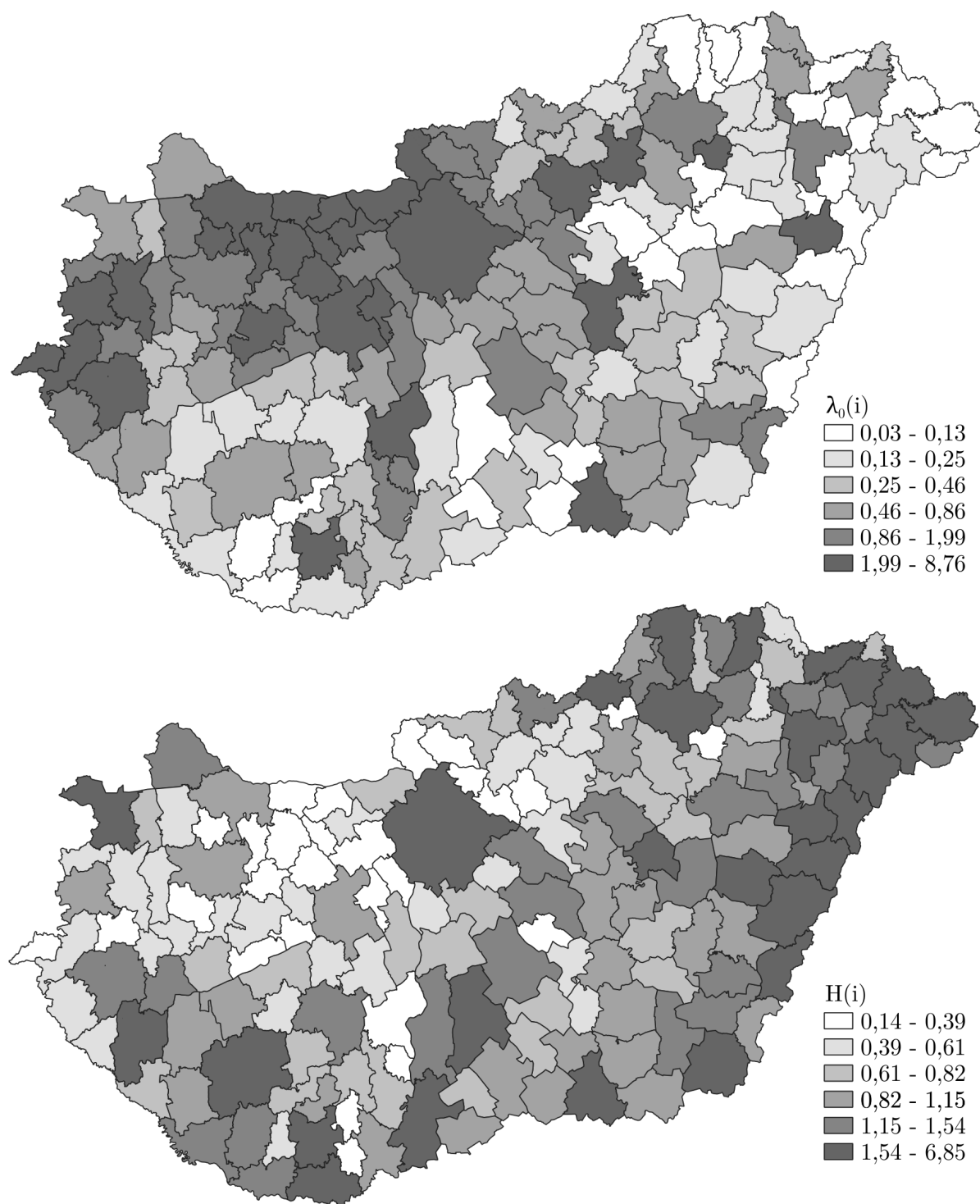
Első lépésben a 2017-es személyi jövedelemadó-adatok alapján rögzítettem \bar{L} értékét, majd meghatároztam $\lambda_0(i)$ és $H(i)$ kezdeti feltételeket. A 12. ábra tanúsága szerint a technológia kezdeti szintje és a lakóterület jelentős térbeli eltéréseket mutat, melyek nagyon hasonló struktúrát rajzolnak ki, mint a 2007-es adatokra alapozott becslés esetén (ld. 5. ábra).⁵¹ A technológia kezdeti szintje a főváros vonzáskörzetében meghaladja az országos átlag nyolcszorosát, amihez hasonló értékeket csak a Győri, Paksi és Szombathelyi járásokban találunk. Ezekben a járásokban a technológia színvonala az országos átlagot nagyjából hétszeres mértékben haladja meg. Kivételesen magas értékkel rendelkeznek Komárom-Esztergom, Fejér és Vas megye járásai és a megyeszékhelyek köré szervezett járások többsége (kivételek a Kecskeméti, Miskolci és Nyíregyházi járások). A vállalatok számára helyben elérhető technológia szintje Borsod-Abaúj-Zemplén aprófalvas térségeiben, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye határmenti részén (Fehérgyarmati, Mátészalkai, Csengeri, Vásárosnaményi járások), az Alföld északi felén (pl. Tiszafüredi, Kunhegyesi és Balmazújvárosi), illetve a Duna-Tisza közén alacsony. Elvétve a Dunántúl déli felén is találunk néhány mélyen átlag alatti járást, ezek jellemzően Baranya megye, illetve Somogy megyében találhatók (pl. Szigetvári, Sellyei, Hegyháti, Fonyódi, Tabi járások).

A lakóterületek térbeli mintázata teljesen eltérő. A főváros környéke ebben is csaknem hétszeresen meghaladja az országos átlagot, a megyeszékhelyek ugyanakkor már csak néhány esetben emelkednek ki a magyar vidékből. A nagyvárosok környékét lefedő járások az ország keleti felén rendelkeznek kimagasló értékkel (pl. Nyíregyházi, Miskolci, Debreceni járások), a dunántúli megyeszékhelyek és megyei jogú városok közül csupán Pécs, Kaposvár és Nagykanizsa haladja meg az országos átlagot. Az észak-dunántúli és nyugat-dunántúli régiók magas jövedelemszinttel jellemezhető járásainak többségében relatíve kevés lakóterület áll rendelkezésre, míg az ország keleti felén, azon belül is a határmenti térségekben találunk kifejezetten magas, az országos átlagot akár kétszeresen is meghaladó értékeket.

⁵⁰A munkaerő-kínálatot elegánsabb lenne megoszlási viszonyzámként megjeleníteni (mivel abszolút mutató), így viszont az átlag nem lenne 1.

⁵¹A technológiai kezdeti szintjének tekintetében a 2007-es és 2017-es adatokon nyugvó becslések között a korrelációs együttható értéke 0,9, a lakóterület esetén pedig 0,86.

12. ábra. A technológia kezdeti szintjének és a lakóterületek kiterjedésének területi eloszlása (2017).



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés a NAV személyi jövedelemadó-adatai alapján. Az adatokat az országos átlaghoz normáltam, a kategóriahatárokat pedig a változók kvantilisei alapján határoztam meg. Minden kategória egyenlő számú járást tartalmaz.

A két változó térbeli eloszlása alapvetően eltérő, de azért felfedezhetünk néhány hasonlóságot is. Ezek közül az egyik a főváros és a vidék közti megosztottság, a másik pedig néhány vidéki nagyváros kiemelkedő szerepe. Kevés olyan megyeszékhely (vagy megyei jogú város) köré szervezett járás van, mely mindkét tényező esetében kiemelkedik a környezetükből. Ilyen például a Debreceni, Szegedi és Pécsi járás.

A technológia kezdeti szintjét, illetve az időben változatlanul tekintett lakóterületet felhasználva egyfelől kiszámoltam a modell endogén változóinak eloszlását 2017-re,⁵² majd a modellt évenként léptetve előrejelzést készítettem 2037-ig. Az endogén változók közül a munkakínálatra, az egy munkavállalóra jutó jövedelemre, majd ezekből a bérleti díjakra, az árindexre és a megélhetési költségekre adok becslést. Ezek közül az egyetlen változó, melyről még nem esett szó, a megélhetési költség, amit az indirekt haszon (7) nevezőjével azonosítok: $P_t(i)^\alpha r_t(i)^{1-\alpha}$. A hasznossági függvényből következően ez nem más, mint a $P_t(i)$ termékárindex, illetve az $r_t(i)$ bérleti díj mértani közepe, ami a járási árszínvonalról, vagy másként a megélhetés helyi költségeiről tájékoztat.

Az előrejelzett változók néhány alapvető ismervét a 4. táblázat mutatja az előrejelzés kezdeti és végső éveire.⁵³ A területi egyenlőtlenségek változásának irányáról és relatív mértékéről a táblázat utolsó oszlopában a (relatív) szórás tájékoztat,⁵⁴ ami az egyes változók esetében eltérő irányba mozdul el a következő húsz évben. A szórás értékei alapján a munkaerő földrajzi koncentrációja a következő két évtizedben tovább fokozódik, ugyanakkor ezzel párhuzamosan a jövedelmek és a megélhetési költségek esetén kismértékű kiegyenlítődség megy végbe.

A munkaerő esetén a medián (P50) jóval az átlag alatt van, ami a főváros (és legfeljebb 1-2 nagyváros) kiemelt szerepét jelzi mindkét időszakban. 2037-re ugyanakkor a medián az átlag felé mozdul, miközben a szélsőértékek és a kvartilisek (P25 és P75) távolodnak az átlagtól. Ebből arra következtethetünk, hogy a munkaerő további térbeli koncentrációját a jövőben már nem a főváros vonzáskörzetének fokozódó benépesülése, hanem a vidéki munkaerő belső reallokációja okozza.

Ezzel szemben a jövedelem kiegyenlítődsége egyenletesen zajlik, ami az átlag alatti járasok egy részének felzárkózása, illetve néhány átlag feletti járás nominális jövedelmében bekövetkező csökkenés miatt történik. A szélsőértékek és a kvartilisek elmozdulásából arra következtethetünk, hogy bár a szórás csökken, a jövedelmi rangsor elején álló járasok elhúznak a mezőnytől. Ehhez hasonló folyamat zajlik le a lakások bérleti díjának esetében is, ahol bár a különbségek az ország egészére nézve csökkennek, néhány járás pozitív irányba távolodik az átlagtól.

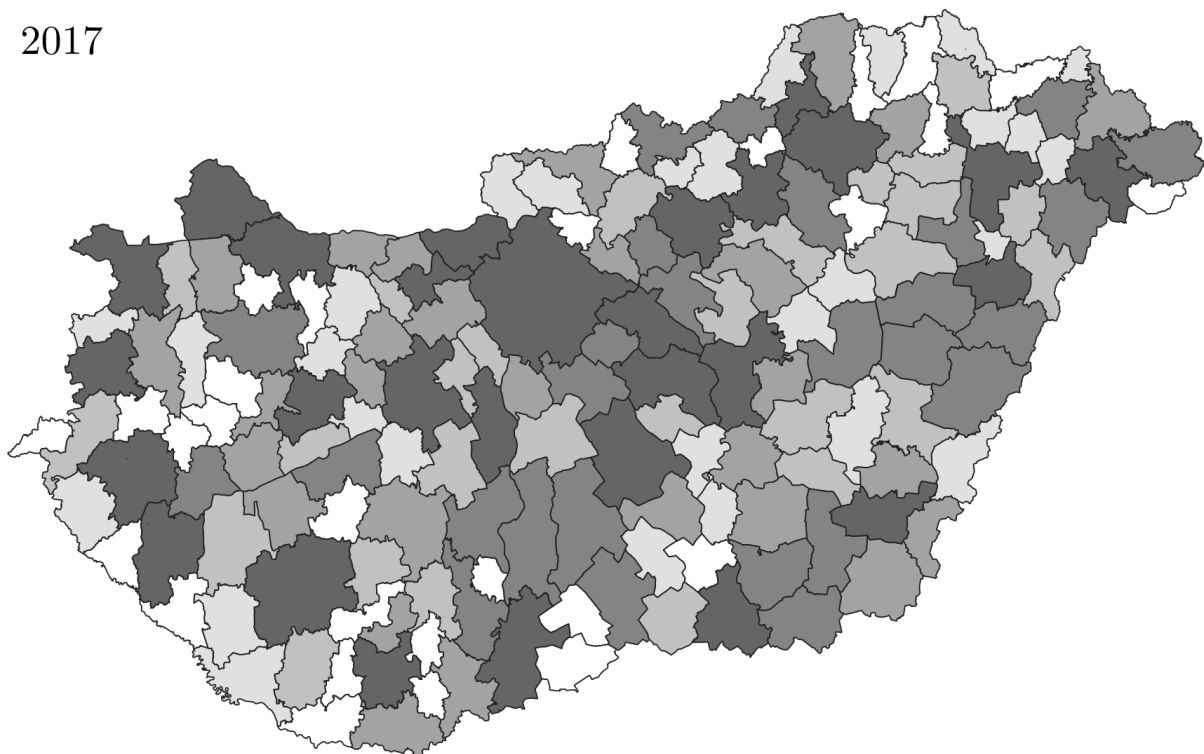
⁵²A 2017-re becsült munkakínálat és átlagjövedelem megegyezik a valós SZJA-adatokkal.

⁵³A változók kernel-sűrűségfüggvényeit a B. Függelék B.1. ábrája mutatja.

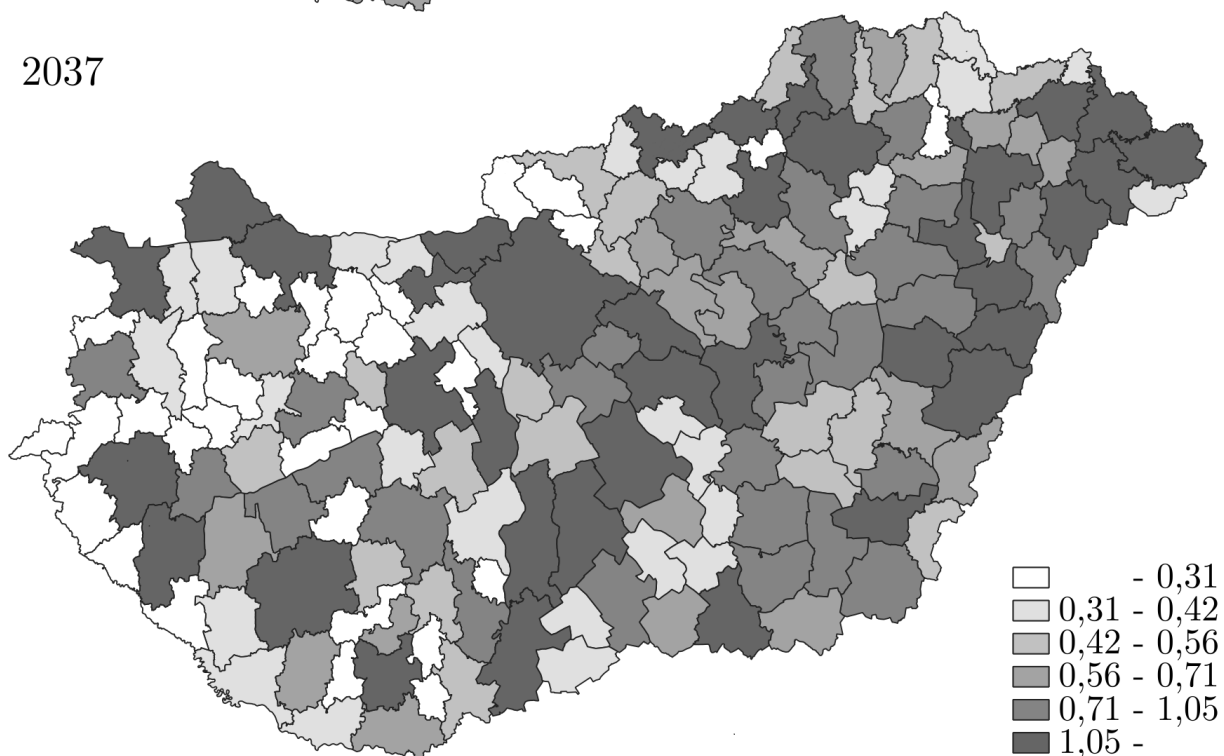
⁵⁴Esetünkben a szórás valójában relatív szórást takar, hiszen változók átlaga a normálásnak köszönhetően minden esetben 1.

13. ábra. A járási munkakínálat alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján.

2017



2037



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. Az adatokat az adott év az országos átlagához normáltam, a kategóriahatárokat pedig az ábrázolt változó 2017-es kvantilisei alapján határoztam meg.

4. táblázat. Az előrejelzett változók leíró statisztikái (2017, 2037).

	Min	Max	P25	P50	P75	Szórás
2017						
Munkaerő-kínálat	0,14	41,90	0,37	0,56	0,86	3,25
Átlagjövedelem	0,72	1,50	0,88	0,98	1,12	0,15
Bérleti díj	0,11	8,29	0,37	0,64	1,28	1,02
Termékárindex	0,90	1,11	0,97	1,00	1,02	0,04
Megélhetési költség	0,72	1,50	0,88	0,98	1,12	0,15
2037						
Munkaerő-kínálat	0,10	44,25	0,36	0,57	0,92	3,43
Átlagjövedelem	0,82	1,55	0,93	0,99	1,06	0,10
Bérleti díj	0,24	11,08	0,55	0,78	1,14	0,97
Termékárindex	0,90	1,12	0,97	1,00	1,02	0,04
Megélhetési költség	0,82	1,54	0,93	0,98	1,05	0,10

Megjegyzés: Saját számítás az országos átlaghoz normált adatsorok alapján. P25, P75 az alsó és felső kvartiliseket, P50 pedig a mediánt jelöli.

A végső fogyasztásra szánt termékek árszínvonalának egyenlőtlenségei a modell előrejelzése szerint nem változnak az elkövetkező húsz évben, így a megélhetési költségek térbeli egyenlőtlenségeinek változásai a bérleti díjak dinamikáját követik. A modell szerint a megélhetési költségek az ország különböző részein közelednek egymáshoz, a szélsőértékek és a kvartilisek elmozdulása alapján csupán 1-2 járás marad magasan az országos átlag felett.

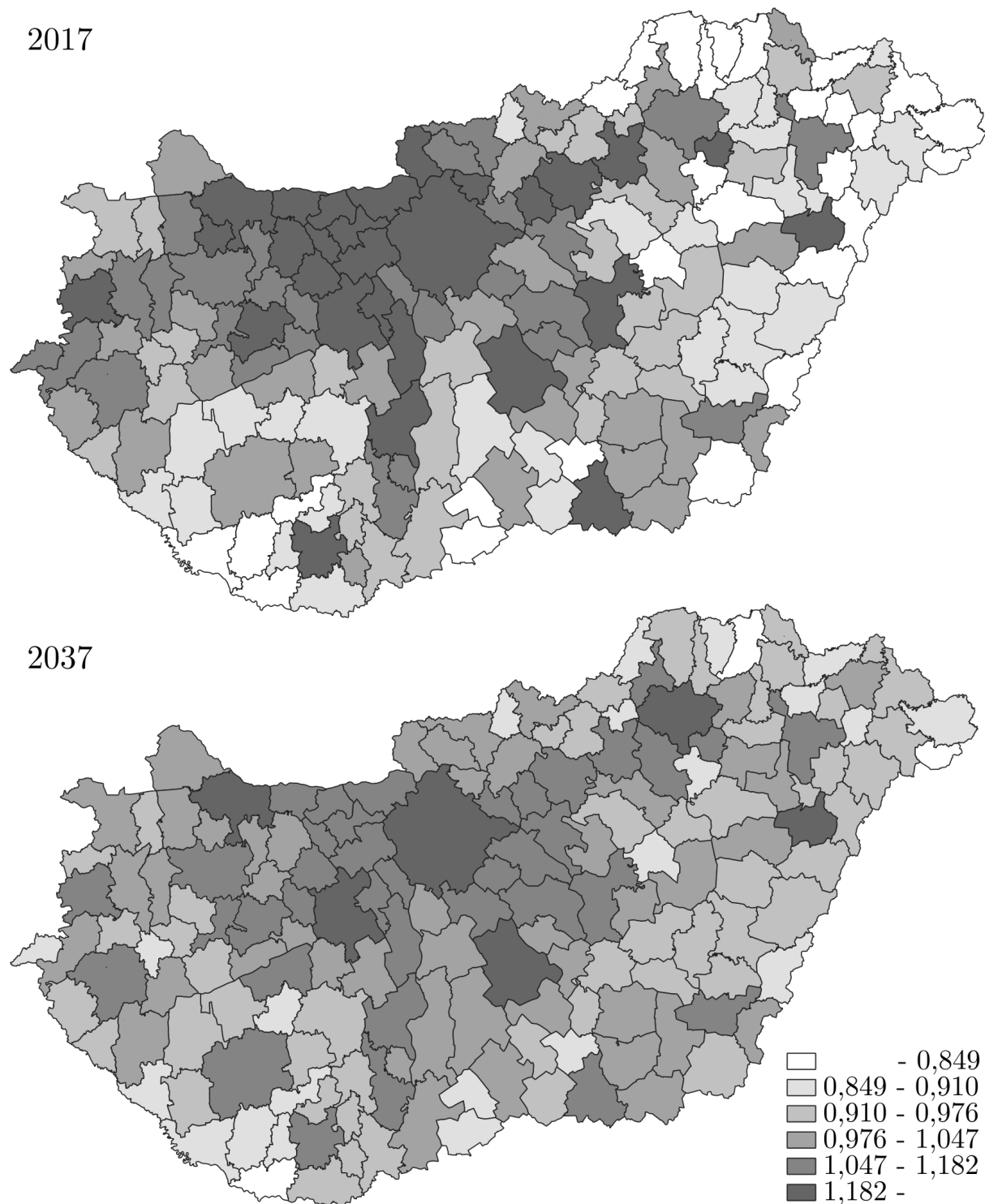
Annak kiderítésére, hogy az egyenlőtlenségek változásai milyen területi folyamatokra vezethetők vissza, a kezdőévben megfigyelt, illetve a 2037-re előrejelzett területi mintázatok eltéréseit vizsgálok egyenként minden változóra. Elsőként a munkaerő térbeli eloszlásait vizsgálok meg a 13. ábra segítségével. A modell szerint a jövőben változatlanul a főváros és vonzáskörzete marad az ország legdinamikusabban növekvő térsége. Ezzel szemben a megyeszékhelyek többsége veszít vonzerejéből. A két kivétel a Miskolci és Nyíregyházai járás, de ezek is csak minimális mértékben növekednek. A lakosság szám emelkedésének tekintetében Szabolcs-Szatmár és Hajdú-Bihar keleti járásai, illetve kisebb mértékben Borsod-Abaúj-Zemplén északkeleti térsége emelhető ki. Különösen a Fehérgyarmati, Mátészalkai, Vásárosnaményi, illetve délebbre a Hajdúböszörményi és Derecskei járások relatív mérete növekszik számottevő mértékben. Ennek elsősorban az lehet az oka, hogy a lakhatási célból hasznosítható földterületek bőséges kínálata (ld. 12. ábra) a bérleti díjakat – az ország más részeihez mérten – alacsonyan tartják, ami a magasabb jövedelmű városokból kiszoruló munkavállalók esetében fontos tényező. Az alacsony bérleti díjak kompenzálhatják a periférián jellemzően magasabb termékárindexet, illetve

a nominális átlagjövedelem alacsonyabb szintjét is. Így ezek a térségek tartósan vonzóak maradhatnak a munkavállalók számára. A munkaerő iránti keresletet az alacsony bérszínvonal tartja fent, ami az alacsonyabb termékárakon keresztül magasabb keresletet generál a helyi termékek iránt, melynek kielégítése munkaerőt igényel. Az ország más tájain ehhez hasonló mértékű relatív növekedés egy tömbben nem figyelhető meg, gyorsan növekvő járások máshol csak sporadikusan fordulnak elő (pl. a Kiskőrösi járás).

Az ország nyugati felében inkább a relatív járásméret csökkenése jellemző, különösen a nyugat-magyarországi régió határmenti járásaiiban és Észak-Dunántúlon. Különösen érintettek a nyugati megyeszékhelyek járásai, sorrendben a Győri, Szombathelyi, Pécsi, Székesfehérvári és Veszprémi járások. Tartósan kis lélekszámú járások maradnak az osztrák és szlovén határmente járásai, Észak-Dunántúl nagyvárosoktól távolabb eső térségei (pl. Kisbéri, Móri, Zirci járások), illetve a Devecseri, Sümegi és Celldömölki járások. Hozzájuk csatlakozik Pest megye északi felén a Solti járás, illetve Nógrád járásainak többsége, ahol jelentősebb elnéptelenedés várható. Ezekben a térségekben bár a technológia magasabb kezdeti szintje a jövedelem gyorsabb ütemű növekedését vetíthetné elő, ugyanakkor $H(i)$ alacsonyabb szintje miatt a lakosság beáramlása magas bérleti díjakat eredményez, ami a megélhetési költségek éles emelkedését eredményezi. Ezt a periférikus térségekben az is súlyosbítja, hogy a rosszabb elérhetőség miatt átlagosan $P_t(i)$ is magasabb.

Az egy munkavállalóra jutó jövedelem dinamikáját a technológia fejlődése és a környező felvevőpiacok méretének változása határozza meg. Minél közelebb van egy járás a nagyobb piaci potenciált jelentő urbanizált térségekhez, annál magasabb a teljes kereslet az adott járásban előállított termékek iránt, melynek kielégítése többletmunkaerő bevonásával történik. A növekvő munkaerő-kereslet pedig végül felhajtja a béreket is. Ugyanezt a hatást fejt ki a technológia fejlődése, ami a termékminőség javulásán keresztül hat a keresletre. Ennek a folyamatnak a térbeli leképeződését a 15. ábra mutatja. A változások legszembevetőbb eleme, hogy a hagyományos nyugat–kelet megosztottság 2037-ig enyhül, miközben a főváros és a vidék közti szakadék továbbra is megmarad. A megyeszékhelyek és a megye jogú városok köré szervezett járások többsége az országos átlag felé regresszál, ami elsősorban nem a nomináljövedelem csökkenésének, hanem a szegényebb járások felzárkózásának a hatása. Ahogy ezekben a járásokban növekszik az átlagjövedelem, úgy kúszik feljebb az országos átlag is. A leggyorsabb növekedés a keleti országrészben következik be, a Fehérgyarmati, Kunhegyesi, és Vásárosnaményi járásokkal az élen. A főváros jövedelmi előnye rendületlenül fokozódik, a megyeszékhelyek közül viszont csak a Miskolci, Nyíregyháza és Kaposvári járásokban növekszik a relatív jövedelem. A Dunántúl túlnyomó részén ellenkező irányú az elmozdulás, a nominális jövedelem lassabb ütemben növekszik mint az országos átlag. Negatív példaként a Paksi, Oroszlányi és Móri járások emelhetők ki, de nagyarányú relatív csökkenés jellemzi a Győri, Szombathelyi és Veszpré-

14. ábra. Az egy főre jutó jövedelem alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. Az adatokat az adott év az országos átlagához normáltam, a kategóriahatárokat pedig az ábrázolt változó 2017-es kvantilisei alapján határoztam meg.

mi járásokat is. A vidéken belüli egyenlőtlenségek elmosódásával a közlekedési tengelyek (leginkább az M1, M6 és M3) szerepe némileg csökken, de 2037-ben még kivehető marad.

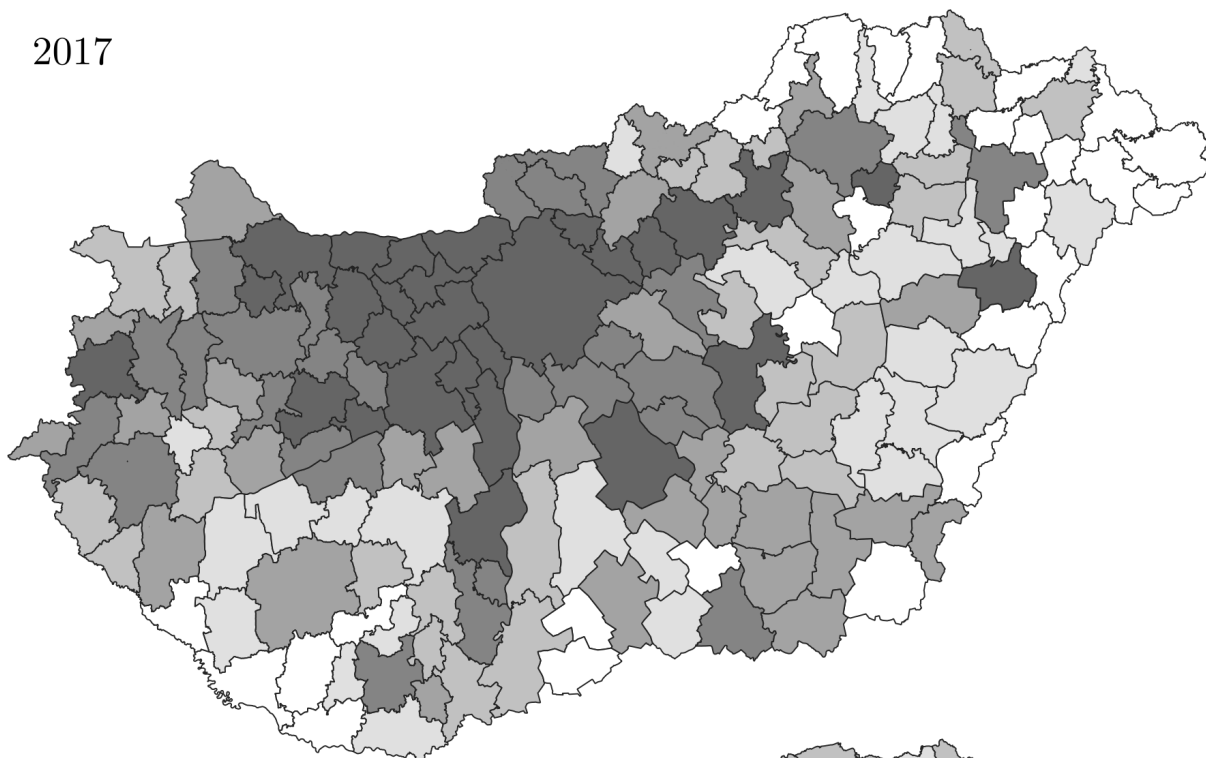
A keleti országrész határmenti térségeinek gyors jövedelemnövekedése arra vezethető vissza, hogy ezen a vidéken a nominális jövedelem jelentősen elmarad attól a szinttől, amit a nagyobb felvevőpiacok (pl. Debrecen, Nyíregyháza, Békéscsaba, Miskolc) mérete és elérhetősége indokolna. Ugyanez húzódik meg a dunántúli járások lassuló növekedésének hátterében is. Noha a Dunántúl északnyugati felében a helyi termékek magasabb minőségi nívót képviselnek, a környékbeli piaci potenciál csökkenése jobbra lassuló növekedési ütemet, vagy rosszabb esetben a nomináljövedelmek zuhanását eredményezi. Ez persze nem jelenti azt, hogy a keleti járások idővel teljesen felzárkóznak a nyugati országrészhez. Mindössze annyit látunk, hogy a keleti országrész az adottságaiból és a környező piacok elérhetőségéből fakadóan magasabb növekedési potenciált hordoz ahhoz képest, ahol jelenleg tart.

A bérleti díjak jövőbeli alakulása a jövedelmek és a munkaerő dinamikáját követi. Azok a térségek, ahol a lakosság teljes jövedelme növekszik, ott növekednek a lakhatás költségei is. Ezt a folyamatot ugyanakkor a lakáskínálat is befolyásolja, hiszen azokon a helyeken, ahol a lakhatási célra felhasználható területek nagyobb kiterjedésűek, a bevándorlás és a jövedelemnövekedés kisebb mértékben hajtja fel a bérleti díjakat. Ennek eredményeként az ország különböző területein eltérő irányú és mértékű változás következik be (15. ábra). Bár az ország egészében a térbeli különbségek általános csökkenése figyelhető meg, a főváros és vidék közti szakadék tovább növekszik. Budapest és vonzáskörzetében a lakhatás költségei meghaladják az országos átlag tízszeresét, miközben a nagyvárosok és a kevésbé urbanizált térségek a középérték felé tolódnak el. A megye jogú városok köré szervezett járások közül egyedül a Miskolci, Nyíregyházai és Debreceni járásokban növekednek a bérleti díjak az átlaghoz képest, az ország nyugati felén fekvő urbanizált járásokban a lakhatás relatív értelemben olcsóbbá válik. A közlekedési tengelyek által kirajzolt térbeli mintázat oldódik, az autópályák mentén fekvő járások többsége szintén olcsóbbá válik.

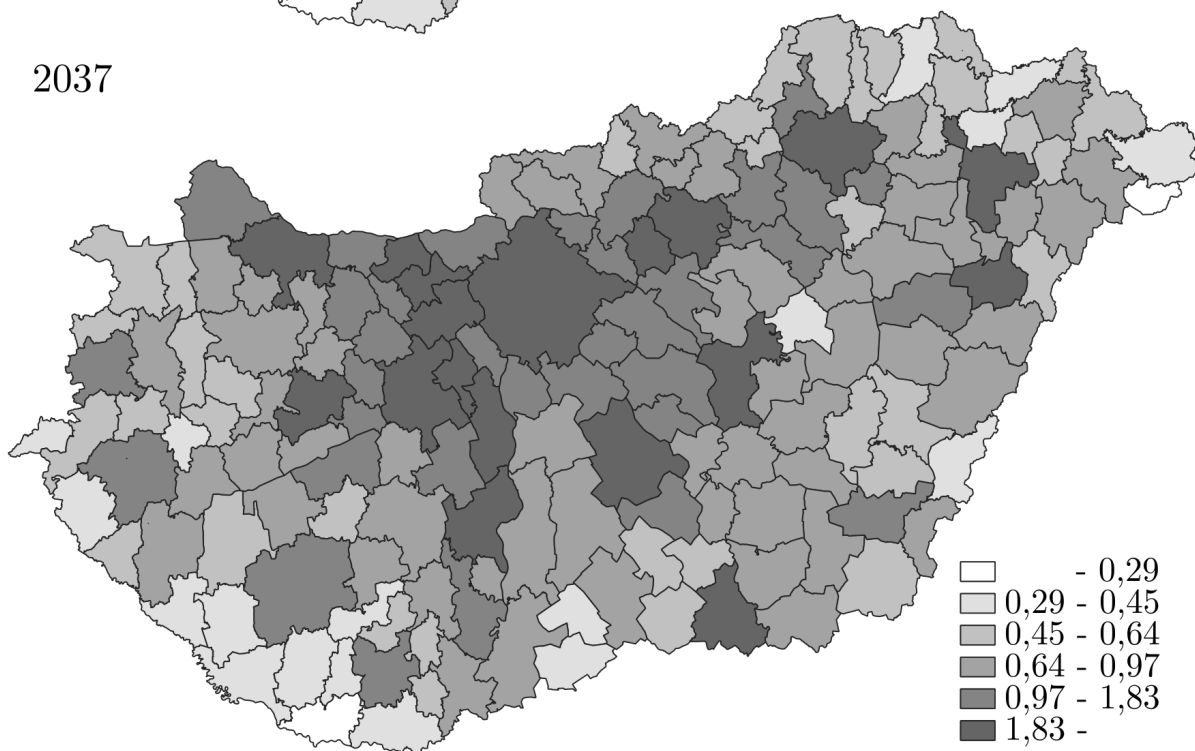
A lakáspiaci folyamatok egy másik szembetűnő eleme a Tiszántúl és a Duna-Tisza közének felzárkózása. A leggyorsabb lakásár-emelkedést Pest, Bács-Kiskun, illetve Hajdú-Bihar és Szabolcs-Szatmár-Bereg esetében találjuk. A fővároshoz közelebb eső járások közül a Ceglédi és Nagykáta, a keleti országrészből a Hajdúböszörményi, Nagykállói és Mátészalkai járások emelhetőek ki. A legnagyobb arányú relatív visszaesés Észak-Dunántúl járásaiban (pl. Gárdonyi, Móri, Oroszlányi, Tatai), illetve Nyugat-Dunántúl nagyobb lélekszámú regionális központjaiban (Győr és Szombathely környéke) található. Tartósan alacsony lakhatási költségekkel Baranya és Somogy megye határközeli járásai (pl. a Sellyei, Barcsi, Csurgói), illetve az ország északkeleti felében fekvő rurális térségek bírnak.

15. ábra. A bérleti díjak alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján

2017



2037



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. Az adatokat az adott év az országos átlagához normáltam, a kategóriahatárokat pedig az ábrázolt változó 2017-es kvantilisei alapján határoztam meg.

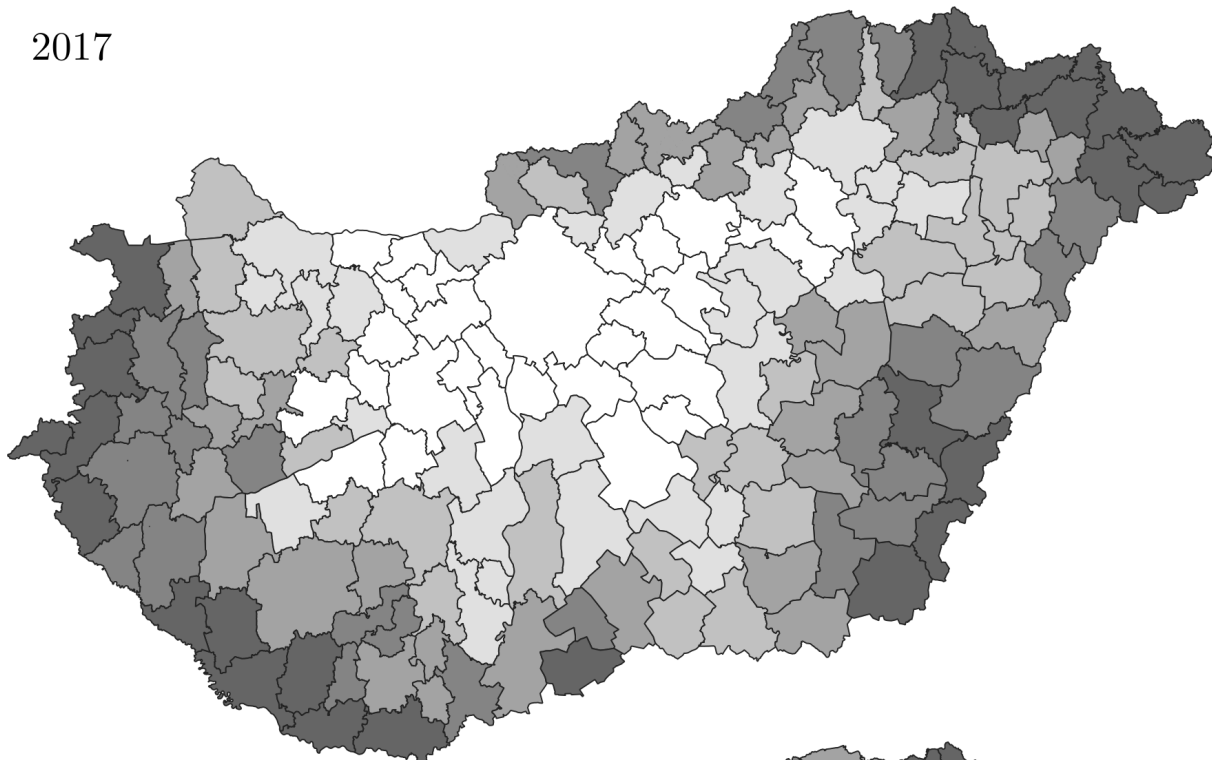
A végső fogyasztásra szánt termékek árindexe az egyetlen változó, ahol nem várható jelentős elmozdulás a következő két évtizedben (16. ábra). Az árindex jelenleg az ország központi részén, illetve a főbb közlekedési tengelyek mentén alacsony, majd a határmenti térségek felé haladva fokozatosan növekszik. 2017-ben a legdrágább térségek közé Szabolcs-Szatmár-Bereg, Borsod-Abaúj-Zemplén, Békés, Somogy és Vas megyék határközeli járásai tartoznak. 2037-re annyi változás történik, hogy Szabolcs-Szatmár megye járásaiban (főleg a Fehérgyarmati, Csengeri és Vásárosnaményi járások) csökken az országos átlaghoz viszonyított árszínvonal, míg az ország nyugati felében az osztrák határtól befelé haladva a Devecseri és Tapolcai járások vonaláig fokozatosan növekszik $P_t(i)$ értéke. A főváros térségében, Pest, Fejér és Komárom-Esztergom megyékben nincs érdemleges változás, Heves és Jász-Nagykun-Szolnok kismértékben csökken a transzferálható termékek árszínvonala.

A térbeli mintázat stabilitását az elérhetőségi viszonyok determinálják, az ország határmenti térségeiben felfedezhető változásokat a munkaerő, a jövedelem és a technológiai haladás dinamikája egyaránt meghatározza (ld. a (17) egyenletet). Azokban a térségekben, ahol jobb a termékek kiinduló minősége, de a munkaerő mégis elvándorol, $P_t(i)$ értéke növekszik. Jellemzően ilyenek a nyugati határ közelében fekvő járások. Ezzel szemben a keleti országrészben, ahol 2017-ben a becsült technológia és a jövedelem alacsony szinten volt, de mégis vándorlási többletet jelez a modell, a termékárindex csökkenésnek indul. Az ország központi részén a fővárosi felvevőpiac közelsége, illetve a munkaerő beköltözése tartósan alacsonyan tartják az árszínvonalat.

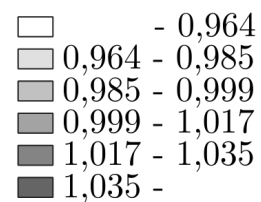
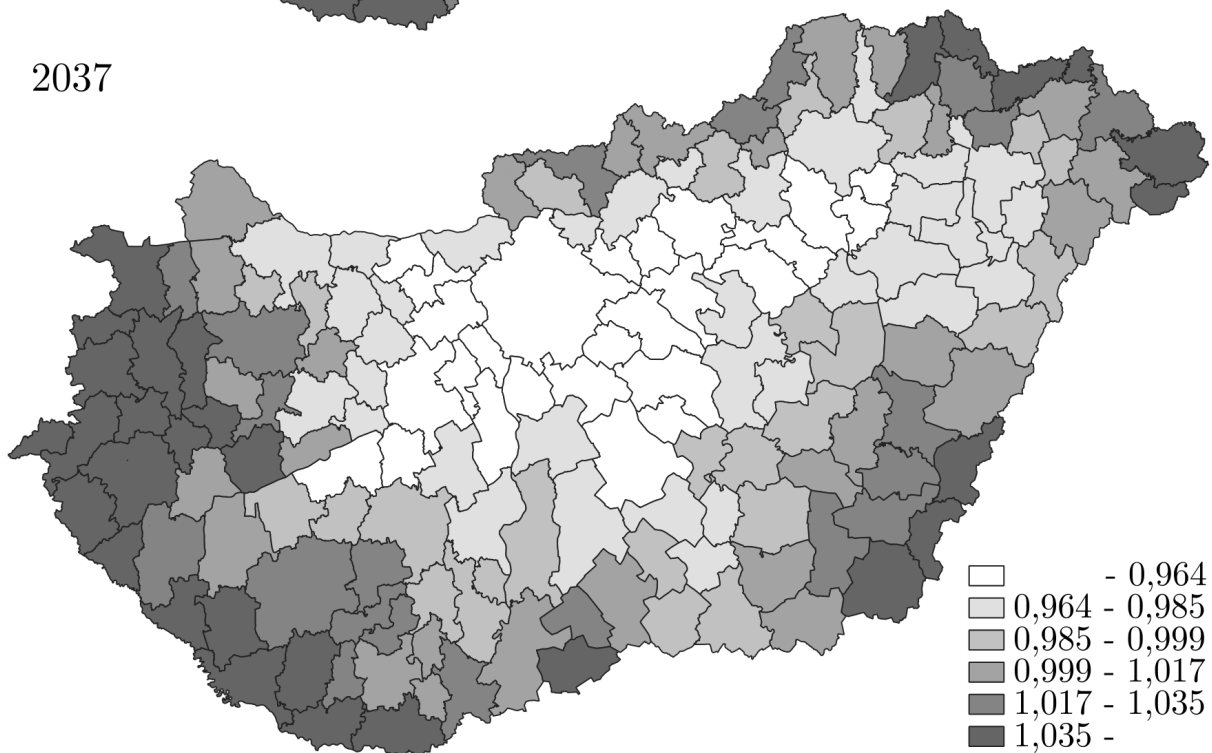
A végső fogyasztásra szánt termékek árszínvonalának és a lakhatás költségeinek együttes változása határozza meg a megélhetés költségek dinamikáját, ami 2037-ig jelentős mértékű kiegyenlítődést jelez előre (17. ábra). Míg 2017-ben a mindennapi megélhetés terén a városok és a vidék közti különbségek, és az északnyugat-délkeleti megosztottság jellemezte az országot, addig ezek a különbségek a modell előrejelzései szerint a jövőben elmosódnak. A lakhatással összefüggő költségeket is magába foglaló általános árszínvonal keleten növekszik, nyugaton pedig az országos átlaghoz mérten csökken. A városias és a vidékies jellegű járások közti különbségek fokozatosan elmosódnak, mindössze néhány határközeli járás marad, ahol tartósan alacsony a mindennapi megélhetés költsége. Ezek jellemzően Somogy és Baranya déli részén (Barcsi, Csurgoi és Sellyei járások), illetve Borsod-Abaúj-Zemplén aprófalvas térségeiben fekvő járások. Ami azonban a jövőben is megmarad, az a fővárosi agglomeráció, illetve az ország többi része között tátongó szakadék. Budapesten és szűken vett vonzáskörzetében a megélhetés költségei szakadatlan távolodnak az országos átlagtól, melynek eredményeként a fővárosban több mint másfélszeresébe kerül a lakhatás és a napi fogyasztás. Ennek háttérében elsősorban a lakásbérlettel járó költségek növekedése áll, mivel $P_t(i)$ lényegében változatlan marad.

16. ábra. A termékárindex előrejelzése alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján

2017

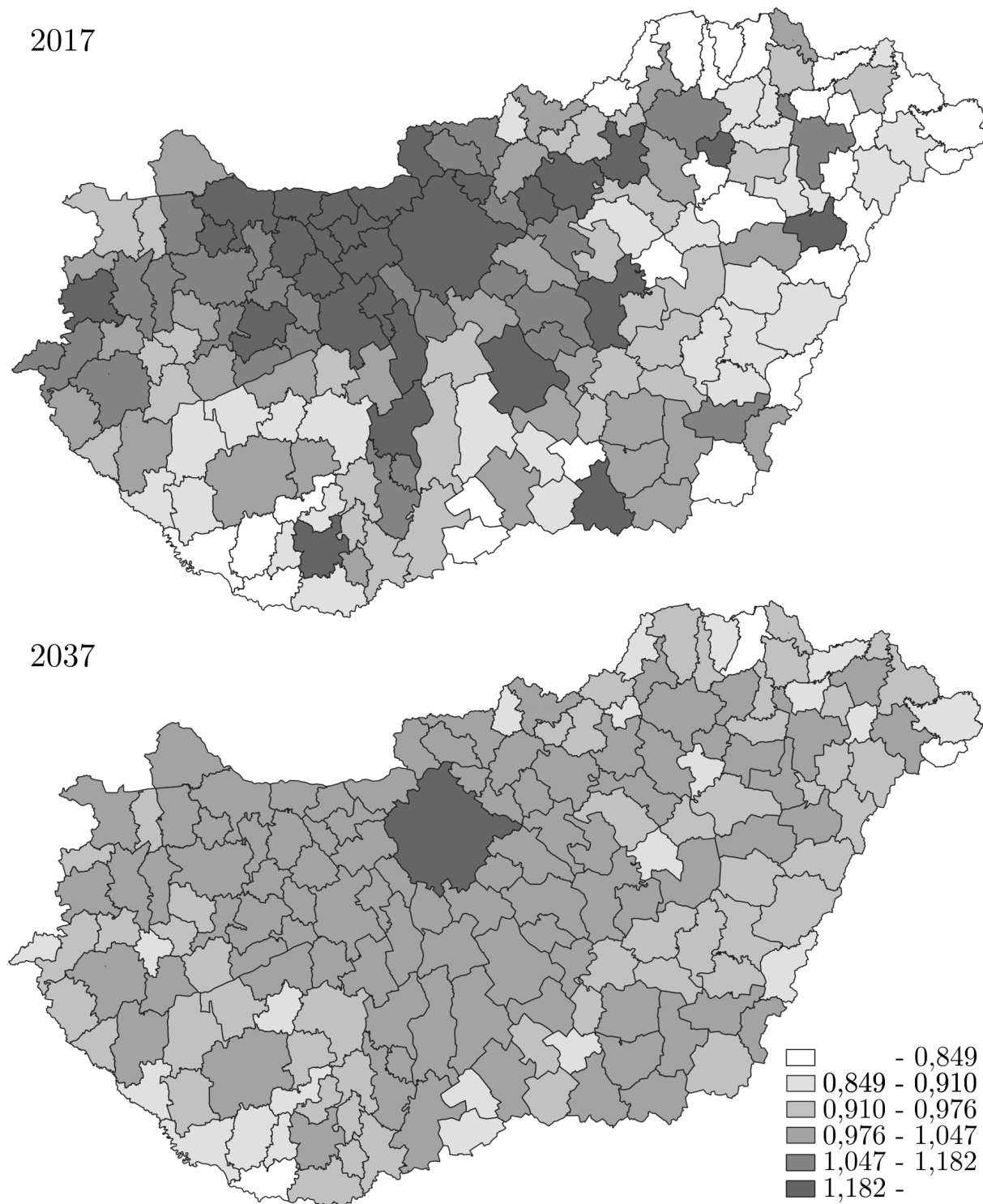


2037



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. Az adatokat az adott év az országos átlagához normáltam, a kategóriahatárokat pedig az ábrázolt változó 2017-es kvantilisei alapján határoztam meg.

17. ábra. A megélhetési költségek alakulása 2017-ben és 2037-ben a benchmark modell alapján



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. Az adatokat az adott év az országos átlagához normáltam, a kategória határokat pedig az ábrázolt változó 2017-es kvantilisei alapján határoztam meg.

A benchmark előrejelzésből leszűrhető fontosabb állítások a következők:

1. A foglalkoztatás földrajzi koncentrációja tovább folytatódik, melyben a főváros vonzáskörzete, illetve az ország keleti felében fekvő megye jogú városok (Debrecen, Miskolc és Nyíregyháza) játsszák a legfontosabb szerepet. Emellett látványos átrendeződés megy végbe az ország vidéki térségeiben is, ami a keleti járások lassú növekedését, illetve a Dunántúl népességfogyatkozását jelenti. A keleti országrész dinamikus növekedésének hátterében az alacsony bérek, illetve a közeli megyeszékhelyek közelségéből fakadó kiaknázatlan piaci lehetőségek állnak, melyek fokozzák a munkaerő-keresletet.
2. Az egy főre jutó jövedelem terén egyértelmű kiegyenlítődés megy végbe, melynek eredményeként enyhül az ország nyugat-keleti megosztottsága, de a város-vidék ellentét változatlanul megmarad. Az átlagjövedelem növekedése a keleti határszárazán a legmagasabb, ami a közeli piacok felől érkező termékkereslet béremelő hatása miatt van. A keleti járások dinamikus növekedése a környező piacok kiaknázásában, illetve az olcsó lakhatási lehetőségekben rejlik, ami nem feltétlenül elég a felzárkózáshoz, egy jelentősebb nominálbér-emelkedéshez viszont igen.
3. A megélhetés költségei szintén kiegyenlítődnek, de továbbra is a főváros és vonzáskörzete marad az ország legdrágább térsége. A vidéken belüli különbségek ezzel szemben lassan csökkennek, ami főként a keleti országrész relatív drágulásának eredménye. A megélhetési költségek összetevői közül a lakhatás esetén van jelentős elmozdulás, a termékfogyasztás költségeinek területi szerkezete alig változik. A lakhatás terén a vidéken belüli különbségek némileg oldódnak, de Budapest és vonzáskörzete még drágábbá válik.

Mindezek a megállapítások természetesen abban az esetben érvényesek, ha a gazdaság fejlődését nem szegik olyan külső sokkhatások, melyek a hazai járásokat eltérő mértékben érintik, illetve az áruszállítás infrastrukturális feltételei sem módosulnak számottevő mértékben.

3.5. Alternatív növekedési forgatókönyvek

Az előrejelzés során a benchmark-modell mellett érdemes több olyan alternatív növekedési forgatókönyvet is megvizsgálni, melyben a növekedés dinamikáját vezérlő paraméterek eltérőek. Az alternatív forgatókönyvek és a benchmark összehasonlítása lehetőséget teremt arra, hogy megvizsgáljuk bizonyos folyamatok hatását a területi egyenlőtlenségekre. A következőkben megvizsgálom, hogy mi történne a gazdaság térszerkezetével 2037-ig, ha a

tudáscsere útjából minden földrajzi akadály hirtelen eltűnne, majd ezt követően az előrejelzést lefuttatom eltérő ρ és θ paraméterekkel. Utóbbi elemzésből a növekedési dinamikát meghatározó két tényező hatásaira következtethetünk.

3.5.1. Tudásáramlás változó földrajzi korlátozások mellett

A relatív elhelyezkedés hatását a tudás áramlására η paraméter vezérli. Ebben a fejezetben azt vizsgálom, hogyan változnak a modell előrejelzései, ha ehhez a paraméterhez más értékeket rendeljek hozzá. A vizsgálat célja kettős: egyfelől segít megérteni és számszerűsíteni a technológiatranszfer távolságfüggőségének térszerkezetre gyakorolt hatásait, másrészt rámutat arra, hogy a benchmark modell mennyire érzékeny η megválasztására. Az eredmények η -re vonatkozó robusztusságának (vagy érzékenységének) ellenőrzése azért fontos, mert míg a többi modellbeli paraméter értékét a hazai adatokon végzett korábbi, vagy saját ökonometriai becslések racionalizálják, $\tau(\cdot)$ pontos specifikálására sokkal kevesebb a támpontom.

Először két szélsőséges esetet vizsgálok. Az első esetben feltételezem, hogy a tudás terjedését semmi sem gátolja, a járássok tehát ρ -tól függő mértékben, de a relatív elhelyezkedésüktől függetlenül hozzáférnek más járássok tudáskészletéhez. Ez olyan, mintha a Győri járásban termelt tudáshoz ugyanolyan mértékben férnének hozzá a szomszédos Mosonmagyaróvári járás, illetve az ország túlsó végén fekvő Fehérgyarmat vállalatai. Ebben az esetben $\eta = 0$, vagy másképpen $\tau(i, j) = 1, \forall i, j$. A másik szélsőséges eset az, amikor a helyi vállalatok által termelt tudás soha nem jut el a járás határain túlra, a különböző járássokban tevékenykedő vállalatok között nincsen kommunikáció: $\eta = \infty$. Ekkor $\tau(i, j) = 0$ ha $i \neq j$, és $\tau(i, i) = 1$ (egységmátrix). Ezt követően a két szélsőséges eset között különböző η értékek mellett is lefuttatom az előrejelzést, az eredményeket pedig a benchmark modellhez hasonlítom.

A régiók közti technológiatranszfer alternatív forgatókönyveire kapott előrejelzések eredményeit a 5. táblázat foglalja össze.⁵⁵ Szabad tudásáramlás esetén az endogén változók főbb ismérvei nem különböznek számottevően azoktól, melyeket a benchmark modell produkál. Ha a tudástranszfer térbeli korlátaikat teljes egészében lebontanánk, a munkaerőkínálat földrajzi koncentrációja csupán kis mértékben enyhülne, ami kizárólag Budapest domináns szerepének visszaesését jelentené. Az eloszlás szélsőértékei közül ugyanis egyedül a maximum csökken (Budapest és vonzáskörzete), a percentilisek nem mutatnak eltéréseket, a vidéken belül nem figyelhető meg jelentős munkaerő-átrendeződés. Ez azzal magyarázható, hogy a technológia terén az egyenlőtlenségek legfontosabb alkotóeleme a főváros és a vidék között húzóódó szakadék, így a vidéken belüli eltérések mértéke ehhez

⁵⁵A változók kernel-sűrűségfüggvényeit a B. Függelék B.2. és B.3. ábrája mutatja a 2017-es állapotokhoz viszonyítva.

5. táblázat. Az előrejelzés eredményei szélsőséges forgatókönyvek szerint

	Min	Max	P25	P50	P75	Szórás
$\eta = 0$						
Munkaerő-kínálat	0,10 (-0,4)	42,70 (-3,5)	0,35 (-1,2)	0,60 (5,1)	0,93 (0,6)	3,31 (-3,7)
Átlagjövedelem	0,82 (0,4)	1,53 (-1,3)	0,93 (-0,4)	0,99 (-0,2)	1,05 (-0,6)	0,10 (-5,4)
Bérleti díj	0,24 (6,2)	10,72 (-3,3)	0,57 (4,1)	0,80 (3,1)	1,12 (-1,6)	0,93 (-4,2)
Termékárindex	0,90 (0,2)	1,12 (0,1)	0,97 (0,0)	1,00 (-0,1)	1,02 (0,1)	0,04 (-1,2)
Megélhetési költség	0,82 (0,9)	1,53 (-0,8)	0,93 (0,0)	0,99 (0,3)	1,05 (-0,2)	0,10 (-5,0)
$\eta = \infty$						
Munkaerő-kínálat	0,04 (-60,5)	103,46 (133,8)	0,12 (-65,8)	0,23 (-60,4)	0,39 (-58,2)	8,02 (133,4)
Átlagjövedelem	0,67 (-18,1)	2,23 (43,9)	0,86 (-7,7)	0,97 (-1,6)	1,16 (9,9)	0,22 (120,0)
Bérleti díj	0,03 (-85,1)	43,74 (294,8)	0,17 (-68,2)	0,35 (-55,6)	0,93 (-18,4)	3,47 (257,1)
Termékárindex	0,85 (-5,9)	1,14 (1,9)	0,96 (-1,2)	1,00 (0,1)	1,04 (1,5)	0,05 (44,5)
Megélhetési költség	0,66 (-19,5)	2,19 (41,5)	0,84 (-9,2)	0,95 (-3,2)	1,14 (8,1)	0,22 (116,2)

Megjegyzés: Saját számítás az országos átlaghoz normált adatsorok alapján. P25, P75 az alsó és felső kvartiliseket, P50 pedig a mediánt jelöli. Zárójelben a benchmark-modellől való százalékos eltérés látható.

képest elhanyagolható. Ha a fővárosban termelt tudás egyenletesen terül szét az ország területén, az a vidéket nagyjából egységesen húzza fel. A többi vizsgált változó esetében szintén csak apró változások tapasztalhatók, melyek jobbra a kiegyenlítődés irányába mutatnak. Az egyetlen változó, melynek eloszlása η csökkenése esetén a legstabilabb, az $P_t(i)$. Az átlagjövedelem terén szintén Budapest és néhány technológiailag erős megyei jogú város (pl. Győr, Debrecen) visszaesése okozza a szórás csökkenését 2037-ig.

Ezzel szemben, ha a tudás járások közti terjedését a végletekig korlátozzuk, a modell előrejelzései szignifikáns mértékben módosulnak. Ebben a scenárióban a járások közti különbségek minden változó esetében fokozódnak a benchmark előrejelzéshez képest. A munkaerő-eloszlás esetében a változás egészen tetemes méreteket ölt. Budapest százszor akkora, mint egy „átlagos méretű” magyar járás, a legkisebb és legnagyobb járások kö-

zött (Budapest környéke és a Bányaterenyi járás) tízezerszeres a különbség. A konkrét számértékek tükrében ez a következőket jelenti: tudásáramlás nélkül a fővárosi régió az adófizetők kétharmadát (3,07 millió fő) sűrítene, míg a legkisebb járásban alig több mint száz (119 fő) adófizető maradna.

A szélsőségek azonban nem csupán a munkaerő, hanem a jövedelmek és a megélhetési költségek esetében is növekednek a $\eta = \infty$ alternatív forgatókönyv szerint. A főváros vonzáskörzetében a jövedelmi prémium az országos átlag kétszeresére növekszik, míg a Kunszentmiklósi járásban csupán a középérték kétharmadát keresik meg. A megélhetési költségek terén hasonló trendeket látunk. A bérleti díjak, a termékárindex és ezek mértani átlaga egyaránt a polarizáció irányába mozdul el. Ennek eredményeként a fővárosban negyvenszer drágább lakáshoz jutni, illetve kétszer drágább a mindennapi megélhetés.

A tudásáramlás teljes korlátozásának polarizáló hatását az okozza, hogy a magas technológiai nívóval rendelkező térségek hosszú távú versenyelőnyre tesznek szert, ami a jobb minőségű termékek iránt támasztott keresletet tartósan növeli. Ez a folyamat emeli a munkaerő-keresletet és fokozatosan hajtja fel a béreket az érintett régiókban. Mivel Budapest és vonzáskörzete a technológia szempontjából kiemelkedő, ez a folyamat egy szélsőségesen egypólusú gazdaság létrejöttét eredményezi.

Az alternatív scenáriókra kapott előrejelzésekből arra következtethetünk, hogy a 2007 és 2017 között jó illeszkedést mutató benchmark modell igen áll ahhoz a szélsőséghez, amikor a tudásáramlást nem gátolja a földrajzi távolság. Hazai léptékben tehát a távolság szerepe a dinamikus tudásexternáliák szétterítésében elhanyagolható, a vállalatok közti kapcsolatok földrajzi korlátainak további mesterséges leépítése (pl. telekommunikációs lehetőségekkel) a munkaerő koncentrációját és a jövedelem területi egyenlőtlenségeinek mértékét nem képes tovább enyhíteni.

Az előrejelzést megismételtem részlegesen korlátozott térbeli tudástranszfer mellett is, amihez η értékeit a benchmark ($\eta = 0.0015$) környezetében határoztam meg. Ennek eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. A változók jövőbeli szórása a benchmark modellhez képest csak igen kis mértékben változik η függvényében. Ha a paraméter értékét a benchmarkhoz képest 25 vagy 50%-kal megemeljük, a főbb változók egyenlőtlenségeinek minimális növekedését tapasztalhatjuk, η csökkenése esetén a területi egyenlőtlenségek jövőbeli mértéke az elvárakkal összhangban enyhül.

3.5.2. Az előrejelzés érzékenysége ρ és θ változására

A technológia időbeli dinamikáját ρ és θ vezérlik, melyek közvetetten befolyásolják minden eddig vizsgált endogén változó jövőbeli eloszlását. A következőkben azt vizsgálom, hogyan változnak a modell előrejelzései, ha θ és ρ paraméterekhez más értékeket rendelek. A

6. táblázat. Az előrejelzett változók szórása 2037-ben részlegesen korlátozott tudástranszfer mellett.

	η			
	-50%	-25%	+25%	+50%
Munkaerő-kínálat	3,379 (-1,64)	3,407 (-0,81)	3,462 (0,81)	3,490 (1,58)
Átlagjövedelem	0,100 (-1,56)	0,101 (-0,75)	0,102 (0,83)	0,103 (1,61)
Bérleti díj	0,953 (-1,92)	0,962 (-0,95)	0,980 (0,94)	0,990 (1,86)
Termékárindex	0,037 (-0,53)	0,037 (-0,23)	0,037 (0,38)	0,037 (0,69)
Megélhetési költség	0,099 (-1,63)	0,100 (-0,83)	0,102 (0,74)	0,103 (1,52)

Megjegyzés: Saját számítás az országos átlaghoz normált adatsorok alapján. Zárójelben a benchmark-modelltől való százalékos eltérés látható.

vizsgálat menete hasonló logika mentén történik, mint az előző fejezetben: az eredeti kalibrált értékeket 25%-kal módosítom mindkét irányba, majd az így kapott előrejelzéseket a benchmark modellből származó eredményekhez viszonyítom. Fontos, hogy egyszerre csak egy paramétert változtatok meg, a többit az 1. táblázatban szerint rögzítem. A vizsgálat célja itt is kettős: egyfelől segít számszerűsíteni a szóban forgó paraméterek szerepét a térszerkezet időbeli alakításában, másrészt rámutat, hogy az előrejelzés mennyire érzékeny a két paraméter megváltoztatására.

Elsőként θ változásának hatásait vizsgálom, melynek eredményeit a 7. táblázat foglalja össze. Ha a többi paraméter változatlanlansága mellett θ -t csökkentjük, a modell kisebb területi egyenlőtlenségeket jelez előre 2037-ig, különösen a munkaerő és a bérleti díjak esetében. Ennek az oka, hogy alacsony θ mellett a helyi változatosság kisebb mértékben járul hozzá az innovációhoz, a nagyobb térségek technológiai előnye tehát csökken. Ellenkező esetben, ha θ magas, a dinamikus agglomerációs externália a munkaerő és az átlagbérek relatív növekedését idézi elő a legnagyobb járásokban. Konkrétan, ha θ paramétert csökkentjük 25%-kal, a szórás is kb. ennyivel csökken a benchmark modellhez képest. Ez egyrészt a hátrányos helyzetű, kevésbé urbanizált járások felzárkózásának, illetve a fővárosi pólus zsugorodásának köszönhető. A szélsőértékek változásainak irányából és mértékéből arra következtethetünk, hogy az egyenlőtlenségek csökkenését elsősorban az okozza, hogy a főváros és vonzáskörzete lefelé nivellál. A munkaerő-kínálat eloszlása ennek megfelelően egyenletesebbé válik, az átlagjövedelmek és a megélhetés költségeinek terén pedig kiegyenlítődés megy végbe 2017-hez képest. Ezzel szemben, ha θ növekszik,

7. táblázat. Az előrejelzett változók alakulása 2037-ben eltérő θ esetén.

	Min	Max	P25	P50	P75	Szórás
$\theta = 0.023$ (benchmark érték -25%)						
Munkaerő-kínálat	0,119 (17,8)	35,461 (-24,8)	0,394 (9,7)	0,646 (11,9)	0,994 (7,2)	2,764 (-24,3)
Átlagjövedelem	0,830 (1,2)	1,451 (-7,0)	0,937 (0,5)	0,989 (0,1)	1,053 (-0,3)	0,092 (-10,3)
Bérleti díj	0,250 (10,7)	7,890 (-40,4)	0,585 (6,2)	0,818 (5,0)	1,170 (2,5)	0,756 (-28,5)
Termékárindex	0,911 (1,1)	1,119 (-0,4)	0,974 (0,1)	0,997 (-0,1)	1,024 (0,1)	0,035 (-5,5)
Megélhetési költség	0,827 (1,3)	1,445 (-6,9)	0,934 (0,6)	0,985 (0,2)	1,049 (-0,2)	0,092 (-10,3)
$\theta = 0.039$ (benchmark érték +25%)						
Munkaerő-kínálat	0,077 (-26,4)	55,414 (20,2)	0,309 (-15,2)	0,501 (-13,4)	0,816 (-13,1)	4,292 (20,0)
Átlagjövedelem	0,809 (-1,4)	1,671 (7,1)	0,923 (-1,0)	0,989 (0,1)	1,059 (0,3)	0,113 (10,4)
Bérleti díj	0,192 (-16,1)	15,889 (30,3)	0,490 (-12,0)	0,723 (-7,6)	1,072 (-6,5)	1,313 (26,0)
Termékárindex	0,890 (-1,3)	1,128 (0,4)	0,973 (0,1)	0,999 (0,0)	1,025 (0,2)	0,039 (6,4)
Megélhetési költség	0,805 (-1,5)	1,661 (7,0)	0,918 (-1,1)	0,983 (0,0)	1,053 (0,2)	0,113 (10,2)

Megjegyzés: Saját számítás az országos átlaghoz normált adatsorok alapján. Zárójelben a benchmark-modelltől való százalékos eltérés látható.

a főváros és vidék között tátongó szakadék tovább mélyül, a vidéken belüli átrendeződés kisebb mértékű.

A technológiatranszfer általános hatékonyságát befolyásoló ρ paraméter megváltozása éppen ellentétes irányban módosítja az előrejelzéseket (8. táblázat). Ha ρ növekszik, az két dolgot jelent (ld. 7 egyenletet): egyrészt a szomszédos térségekben termelt szakmai tudás nagyobb hányada éri el a járást, másrészt viszont a technológia múltbeli szintje egyre kisebb mértékben járul hozzá a további növekedéshez. Ez a két hatás egyaránt a kiegyenlítődés irányába mutat, hiszen egyfelől a technológiai előny kevésbé térül meg a tudástermelés későbbi folyamatában, másrészt az ott termelt tudás segíti a többi járás felzárkózását is. Ha ρ csökken, a növekedésben a helyi technológia múltbeli szintje válik fontosabbá, ami továbbra azokat a járásokat hozza jobb helyzetbe, amelyek eleve fejlettebbek voltak.

8. táblázat. Az előrejelzett változók alakulása 2037-ben eltérő ρ esetén.

	Min	Max	P 25	P 50	P 75	Szórás
$\rho = 0.030$ (benchmark érték -25%)						
Munkaerő-kínálat	0,094 (-4,3)	55,822 (20,7)	0,312 (-14,1)	0,475 (-19,7)	0,810 (-13,8)	4,324 (20,6)
Átlagjövedelem	0,792 (-3,6)	1,670 (7,1)	0,916 (-1,8)	0,983 (-0,4)	1,074 (1,7)	0,123 (17,6)
Bérleti díj	0,163 (-37,2)	15,428 (28,2)	0,456 (-20,3)	0,678 (-14,7)	1,082 (-5,5)	1,307 (25,7)
Termékárindex	0,889 (-1,3)	1,121 (-0,2)	0,972 (0,0)	0,999 (0,1)	1,027 (0,4)	0,039 (6,1)
Megélhetési költség	0,787 (-3,8)	1,658 (6,9)	0,910 (-2,0)	0,976 (-0,7)	1,067 (1,5)	0,122 (17,3)
$\rho = 0.050$ (benchmark érték +25%)						
Munkaerő-kínálat	0,099 (1,0)	35,624 (-24,2)	0,385 (7,6)	0,648 (12,3)	1,045 (11,7)	2,779 (-23,6)
Átlagjövedelem	0,841 (2,5)	1,460 (-6,3)	0,943 (1,1)	0,991 (0,4)	1,045 (-1,1)	0,085 (-19,6)
Bérleti díj	0,270 (17,3)	8,258 (-34,2)	0,607 (9,6)	0,845 (8,0)	1,117 (-2,1)	0,751 (-29,3)
Termékárindex	0,911 (1,1)	1,125 (0,2)	0,974 (0,1)	0,997 (-0,1)	1,022 (-0,1)	0,036 (-3,6)
Megélhetési költség	0,838 (2,6)	1,455 (-6,2)	0,940 (1,3)	0,988 (0,5)	1,042 (-0,9)	0,085 (-19,6)

Megjegyzés: Saját számítás az országos átlaghoz normált adatsorok alapján. Zárójelben a benchmark-modelltől való százalékos eltérés látható.

Ennek megfelelően alacsonyabb ρ mellett a térszerkezet még inkább koncentrálttá válik, a változók jellegadó értékei hasonlóan alakulnak, mint amikor θ értékét csökkentettem 25%-kal. A 2017-es adatokhoz viszonyítva ρ csökkenése a fővárosi pólus erősödését okozza, növelése viszont a kiegyenlítődés irányába mutat. A szórás és a percentilisek 2037-ig nagyjából hasonló arányban változnak, mint θ csökkenésekor, a hatás mértéke nagyjából azonos. Ebből arra következtethetünk, hogy valójában a θ és ρ közti különbség határozza meg, hogy a rendszer a kiegyenlítődés, vagy a koncentráció irányába mozdul el. Ha valamelyik hatás túlzottan felerősödik a másikhoz képest, a modell akár két évtized távlatában is radikális változásokat vetíthet előre az egyenlőtlenségek szintjében. Ebből a szempontból a modell meglehetősen érzékeny. A paraméterek megváltoztatásával kapott előrejelzések azonban egy dologban konzisztensek maradnak, nevezetesen, hogy az egyenlőtlenségek változásának főbb mintázata azonosak. Bármilyen paraméterkombináció

ció mellett megfigyelhető Budapest prominens szerepe, illetve a keleti országrész lassú felzárkózása az ország nyugati feléhez.

A paraméterek variálásából származó eredmények szerint a technológiatranszfer általános hatékonyságát befolyásoló ρ paraméter – a tudás terjedésének földrajzi akadályait közelítő η -val ellentétben – érdemben képes hatni a felzárkózás ütemére, illetve a szélsőséges területi különbségek csökkentésére. . A TTI stratégiák közül a modell szerint azok lehetnek hatékonyak a hazai vidék felzárkóztatásának szempontjából, amelyek a leginkább hozzásegítik a leszakadó térségek szereplőit a régiókon átívelő üzleti kapcsolatok megteremtésére és erősítésére, illetve a rendelkezésre álló technológiai és műszaki tudás adaptálására.

4. A kutatás eredményeinek összefoglalása

A dolgozatban egy olyan endogén térbeli növekedési modell felépítésére és alkalmazására vállalkoztam, ami számol a helyben érvényesülő agglomerációs hatásokkal, a régiók közti kereskedelemmel és munkaerő-áramlással, továbbá algebrai úton megoldható. Az endogén növekedés koncepciójának földrajzi térbe történő átültetése több évtizedes múlt-ra tekint vissza, de csak nemrég kezdődött meg azoknak a dinamikus térbeli egyensúlyi modelleknek a fejlesztése, melyek a térbeli interakciók széles spektrumát figyelembe veszik. Az általam javasolt modell számos olyan koncepcionális újdonságot és praktikus egyszerűsítést tartalmaz, ami hozzájárul a vállalati döntéseken alapuló regionális növekedés egyszerűbb modellezéséhez, illetve segítséget nyújt a földrajzi tényezők növekedésben betöltött szerepének mélyebb megértéséhez. A technikai részletek szintjén ez annyit tesz, hogy olyan monopolisztikusan versenyző vállalatokat feltételezek, melyek egyszerre döntenek termékeik áráról, illetve minőségéről. A régiók növekedésének motorja a vállalati termékinnováció, melyet a helyi választék bővüléséből származó dinamikus agglomerációs hatások és az interregionális tudástranszfer differenciálnak térben. A szabad ki- és belépés lehetősége a vállalatok profitját nullára redukálja, mellyel biztosítható, hogy az innovációs döntés meghozatalakor a vállalatok ne vegyék figyelembe a jövőbeli profit lehetőségét. Ezzel a trükkel a modell megoldhatóvá válik analitikus úton, ami alkalmassá teszi regionális szintű előrejelzések készítésére, vagy adott esetben hatásvizsgálatok lefolytatására.

A gyakorlati alkalmazási lehetőségek illusztrálására előrejelzést készítettem a hazai területi egyenlőtlenségek két évtized múlva várható szintjére és mintázatára. Ehhez létrehoztam egy módosított járási felosztást, ami megítélésem szerint összhangban van a modell belső logikájával. A modell paramétereinek kalibrálása után becsléseket készítettem a jéghegy-elven működő szállítási költségek alakulására. A kalibrált modell előrejelző-képességét valós adatokon validáltam, majd többféle paraméter-kombináció kipróbálásával elvégeztem az előrejelzést 2037-re.

Az előrejelzés több érdekes következtetés levonását tette lehetővé a hazai egyenlőtlenségek alakulásáról. Amennyiben a gazdaságot nem érintik olyan külső sokkok, melyek az egyes járásokra eltérő mértékben hatnak, illetve az áruszállítás infrastrukturális feltételei sem módosulnak számottevő mértékben, a hazai foglalkoztatási térszerkezet további koncentrációja és a jövedelmi különbségek csökkenése várható. A főváros és vonzáskörzete a munkaerő növekvő hányadának ad otthont, miközben a megyei jogú városok többsége stagnál, vagy elkezd elnéptelenedni. Egyedül az ország keleti felében fekvő néhány nagyváros (Debrecen, Miskolc és Nyíregyháza) esetében érhető tetten némi munkaerő-bővülés. Ezzel párhuzamosan látványos nyugat-kelet átrendeződés megy végbe, ami a hagyományos nyugat-kelet megosztottság enyhülését jelenti. A keleti országrész lassú ütemben növeked-

szik, aminek hátterében – a modell belső logikája szerint – az alacsony bérek, illetve a közeli megyeszékhelyek közelségéből fakadó kiaknázatlan piaci lehetőségek állnak. Ezek a tényezők azt eredményezik, hogy a munkaerő-kereslet megnő, ami bérek emelkedésén keresztül vonzóvá teszi az alacsony lakhatási költséggel bíró keleti térségeket.

Az egy főre jutó jövedelem terén kiegyenlítődés megy végbe, a jövedelmi megosztottság legfontosabb dimenziója a város-vidék kettősség marad. Az átlagjövedelem növekedése szintén az ország keleti felén a legmagasabb, ami a közeli piacok felől érkező termékkereslet béremelő hatása miatt van. A keleti országrészben fekvő járások fejlődése a megélhetés költségeinek növekedésével jár együtt, ami ebben a dimenzióban is kiegyenlítődést okoz. Továbbra is a fővárosban és szűkebb vonzáskörzetében marad a legdrágább a lakhatás, a nagyvárosok és a vidék közti különbségek azonban csökkennek. A megélhetési költségek összetevőit tekintve megállapítható, hogy a termékfogyasztás költségeinek területi különbségei alig változnak a jövőben, a határ felé közeledve a termékek fokozatosan drágulnak. Az árszínvonal változását a lakhatással összefüggő költségek térbeli dinamikája határozza meg.

Az eltérő paraméter-kombinációkkal lefuttatott fejlődési forgatókönyvek benchmark-hoz történő hasonlítása nyomán néhány elméleti és szakpolitikai relevanciával bíró gyakorlati következtetést is levontam. A benchmark előrejelzés során abból indultam ki, hogy a járások közti földrajzi távolság moderáltan, de gátolja a tudás térbeli áramlását. Ha ezek a térbeli korlátok teljesen megszűnnének, a tudás szabad áramlása nem befolyásolná a területi folyamatok alakulását a következő két évtizedben. A telekommunikáció és a közlekedési elérhetőség már lebontotta annyira a térbeli korlátokat, hogy ennek további fejlesztése már nem képes módosítani a térszerkezetet számottevő mértékben. A területi különbségek mérséklése szempontjából ennél fontosabb a tudástranszfer hatékonyságának növelése, a rendelkezésre álló technológiai és műszaki tudás elsajátításának támogatása. Ezzel biztosítható, hogy a periférikus térségek is hozzájussanak a hatékonyabb működéshez, illetve a versenyképes javak előállításához szükséges ismeretekhez, függetlenül attól, hogy az ismereteket kitől és milyen csatornán keresztül szerzik. A hangsúly tehát inkább az ismeretek elsajátításán és gyakorlati adaptálásán van. Ha az új tudás befogadásának feltételei adottak, a tudáscserét akadályozó földrajzi távolság már leküzdhető. A vállalati tudástranszfer hatékonyságának kiegyenlítő hatását a lokális léptékben ható dinamikus agglomerációs externáliák ellensúlyozzák, melyek a népesebb térségeket hozzák kedvezőbb helyzetbe és ezáltal tovább fokozzák a munkaerő koncentrációját. Az agglomerációs előnyök hirtelen eltűnése lefelé nivelláló hatást vált ki, ami az urbanizált centrumok, Magyarország esetében a főváros visszaesését jelenti.

A térbeliség a tudás áramlásán keresztül tehát kevésbé, a szállítási költségeket meghatározó elérhetőségi viszonyok révén azonban annál inkább hat a gazdaság hosszú távú

térszerkezetére. A piacokhoz való hozzáférés a járások növekedési potenciálját eredendően meghatározzák, hiszen ha a vállalatok egy viszonylag szűk piacon tudnak csak értékesíteni, a munkaerő iránti alacsony kereslet a béreket is mélyen tartja, a termékárindex viszont magas lesz. Ezzel szemben azok a járások, melyek közelebb vannak a nagyobb felvevőpiacokhoz, jellemzően olcsóbbak, és kedvezőbbek a növekedési kilátásaik.

Ezek az üzenetek egyesek számára talán túl általánosnak tűnhetnek, ugyanakkor a következtetések levonásakor figyelembe kell venni a modell alkalmazhatóságának korláta- it, és óvakodni a túlzottan magabiztos kijelentésektől. Jelen formájában a modellem nem számol több olyan tényezővel, ami a járások növekedését erősen befolyásolja, emiatt ki- hagyásuk szisztematikus torzításokhoz vezethet az előrejelzés során. Például, mivel teljes foglalkoztatásból indulunk ki, a munkaerő-kínálat járási dinamikáját kizárólag a vándor- lás határozza meg, így a munkanélküliség, illetve a munkaerőpiacról való tartós kilépés (inaktivitás) lehetőségével nem tudunk számolni. A munkanélküliség figyelembevétele ta- lán a legnagyobb kihívás, hiszen az álláskeresés modellezése egy teljesen más megközelítés integrálását jelenti, amire tudomásom szerint eddig nem született kielégítő megoldás. Ha- sonló hiányosságként róható fel a munkavállalók képzettségbeli különbségeinek figyelmen kívül hagyása, illetve az ágazatok egybemosása. Ezek a hiányosságok már könnyebben orvosolhatóak, viszont a megoldás a modellt oly mértékben megbonyolítaná, hogy az on- nantól már csak numerikus úton lenne megoldható. Caliendo, Dvorkin és Parro (2019) egy olyan dinamikus térbeli egyensúlyi modellt javasoltak, melyben a munkavállalók egyszerre választanak lakóhelyet és munkahelyet, a váltás pedig költséges. Ahogy ezeket a szem- pontokat beépítjük, a modell bonyolultsági foka egyre növekszik, így minden bizonnyal elkerülhetetlenné válik a numerikus módszerek alkalmazása a területi kutatásban is.

A téma kutatása ezen ponton még nem tekinthető befejezettnek, hiszen korántsem merítettem ki a modell alkalmazhatóságában rejlő távlatokat. Számos kiterjesztésre adó- dik lehetőség. Ezek közül két irányt szeretnék kiemelni. Az első a gazdasági környezet megváltozásához történő alkalmazkodás időzítésének kérdése. Jelenleg a szereplők azon- nal reagálnak, ami biztosítja az általános egyensúlyt minden t periódusban. Ennek a korlátozó feltevésnek a lazítása az alkalmazkodás időbeli simítása révén pontosabb előre- jelzések készítését tenné lehetővé. Egy másik kiterjesztési lehetőség a munkaerőt kiváltó technológiák (robottechnológia, mesterséges intelligencia, gépi tanulás, szoftverek stb.) elterjedésének figyelembevétele. Az utóbbi években kiemelt érdeklődés övezi a technológi- ai változás munkaerő-piaci hatásaival kapcsolatos kutatásokat, illetve a jövő technológiai kihívásaira adható szakpolitikai válaszokat. Az automatizáció differenciált térbeli hatá- sairól azonban egyelőre keveset tudunk. A technológiai változás hatásmechanizmusainak azonosítása, illetve ezek térbeli kivetülésének vizsgálata egy másik érdekes kiterjesztés lehet.

Végül fontosnak tartom, hogy az előrejelzés mellett a modell alkalmas legyen kormányzati beavatkozások, valamint különböző külső sokkok hatásainak értékelésére. Jelen formájában a modell még túl általános, hozzá kell adni azokat a csatornákat, melyeken keresztül a külső beavatkozások beépülnek a modellbe. A dolgozatban bemutatott alapmodell egyelőre H_i és $\tau(i, j)$ változásainak térszerkezeti hatásait képes számszerűsíteni. A fejlesztési támogatások hatásvizsgálatára kisebb bővítések szükségesek. Az egyik lehetőség, hogy az időbeli dinamikát meghatározó (7) egyenletet bővítjük ki egy külső TFP-blokkal, mint az SCGE modellek esetében (lásd pl. Járosi et al. 2010). Ezzel a megoldással a vállalatoknak folyósított fejlesztési támogatások időbeli hatásai elemezhetők. A másik lehetőség egy új helyi szereplő (pl. helyi önkormányzat) beiktatása, amelyen keresztül pedig inkább a közigazgatás és a közszolgáltatások fejlesztésére szánt források regionális hatásai vizsgálhatók. A fejlesztéspolitikai döntések előkészítése során lényeges szempont, hogy ne csak verbális úton, vagy statisztikai-ökonometriai módszerekkel vizsgáljuk meg a tervezett kormányzati beavatkozások területi hatásait, hanem használjuk fel a strukturális modellekben rejlő lehetőségeket is. Távlati célom, hogy a dolgozatban bemutatott endogén térbeli növekedési modellemet a közeljövőben ilyen irányba is fejlesszem.

Felhasznált irodalom

- Abreu, M. – de Groot, H. – Florax, R. J. G. (2005): Space and growth: A survey of empirical evidence and methods. *Région et Développement* 21 (1), 13–44.
- Acemoglu D. – Angrist J. (2000): How large are human capital externalities? Evidence from compulsory schooling laws. *NBER Macroeconomics Annual* 2000, 9–59.
- Acemoglu D. (1996): A microfoundation for social increasing returns in human capital accumulation. *Quarterly Journal of Economics*, 111 (3), 779–804.
- Ács, Z. – Anselin, L. – Varga, A. (1997): Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42 (3), 422–448.
- Ács, Z. – Audretsch, D. – Feldman, M. P. (1994): R&D spillovers and recipient firm size. *Review of Economics and Statistics*, 76 (2), 336–340.
- Ács, Z. J. – Varga, A. (2002): Geography, endogenous growth and innovation. *International Regional Science Review*, 25 (1), 132–148.
- Aghion, P. – Akcigit, U. – Howitt, P. (2014): What do we learn from Schumpeterian growth theory? In: Aghion, P. – Durlauf, S. N. (eds.): *Handbook of economic growth* Vol. 2. Amsterdam: North-Holland, 515–563.
- Aghion, P. – Akcigit, U. (2017): Innovation and growth: The Schumpeterian perspective. In: Mátyás, L. – Blundell, R. – Cantillon, E. – Chizzolini, B. – Ivaldi, M. – Leininger, W. – Marimon, R. – Steen F. (eds): *Economics without borders: Economic research for European policy challenges*. Cambridge: Cambridge University Press, 29–72.
- Aghion, P. – Howitt, P. (1992): A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60 (2), 323–350.
- Aghion, P. – Howitt, P. W. (2009): *The economics of growth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Agrawal, A. – Kapur, D. – McHale, J. (2008): How do spatial and social proximity influence knowledge flows? Evidence from patent data. *Journal of Urban Economics*, 64 (2), 258–269.
- Ahlfeldt, G. M. – Redding, S. J. – Sturm, D. M. – Wolf, N. (2015): The economics of density: Evidence from the Berlin Wall, *Econometrica*, 83 (6), 2127–2189.
- Akcigit, U. – Kerr, W. (2018): Growth through heterogeneous innovations. *Journal of Political Economy*, 126 (4), 1374–1443.
- Alcalá, F. – Ciccone, A. (2004): Trade and productivity. *Quarterly Journal of Economics*, 119 (2), 613–646.
- Allen, T. – Arkolakis, C. (2014): Trade and the topography of the spatial economy. *Quarterly Journal of Economics*, 129 (3), 1085–1140.

- Amin, A. – Cohendet, P. (2004): *Architectures of knowledge: Firms, capabilities and communities*. Oxford: Oxford University Press.
- Anderson, J. E. – van Wincoop, E. (2003): Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, 93 (1), 170–192.
- Anderson, J. E. (1979): A theoretical foundation for the gravity equation. *American Economic Review*, 69 (1), 106–116.
- Armington, P. (1969): A theory of demand for products distinguished by place of production. *International Monetary Fund Staff Papers*, 16 (1), 159–178.
- Arrow K. (1962): The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29 (3), 155–173.
- Arsanjani, J. – Zipf, A. – Mooney, P. – Helbich, M. (2015): *OpenStreetMap in GIScience: Experiences, research, and applications*. New York, NY: Springer International Publishing.
- Arzaghi, M. – Henderson, J. V. (2008): Networking off Madison Avenue. *Review of Economic Studies*, 75 (4), 1011–1038.
- Atkeson, A. – Burstein, A. (2010): Innovation, firm dynamics, and international trade. *Journal of Political Economy* 118 (3), 433–484.
- Audretsch, D. – Feldman, M. (2004): Knowledge spillovers and the geography of innovation. In: Henderson, J.V. – Thisse, J. F. (eds.): *Handbook of Urban and Regional Economics*, Vol. 4. Amsterdam: North-Holland, 2713–2739.
- Audretsch, D. B. – Feldman, M. P. (1996): R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, 86 (3), 630–640.
- Baldwin, R. – Martin, P. – Ottaviano, G. (2001): Global income divergence, trade and industrialization: The geography of growth takeoffs. *Journal of Economic Growth*, 6 (1), 5–37.
- Barro, R. – Sala-i-Martin, X. (2004): *Economic growth* (2nd edition). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bartelme, D. (2016): *Trade costs and economic geography: Evidence from the US*. University of Michigan, mimeo.
- Basile, R. – Capello, R. – Caragliu, A. (2012): Technological interdependence and regional growth in Europe: Proximity and synergy in knowledge spillovers. *Papers in Regional Science*, 91 (4), 697–722.
- Baum-Snow, N. – Pavan, R. (2012): Understanding the city size wage gap. *Review of Economic Studies*, 79 (1), 88–127.
- Beath, J. – Katsoulacos, Y. (1991): *The economic theory of product differentiation*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Beaudry, C. – Schiffauerova, A. (2009): Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. *Research Policy*, 38 (2), 318–337.
- Becker, G. – Murphy, K. M. (1992): The division of labor, coordination costs, and knowledge. *Quarterly Journal of Economics* 107 (4), 1137–1160.
- Bergstrand, J. H. (1985): The gravity equation in international trade: Some microeconomic foundations and empirical evidence. *Review of Economics and Statistics*, 67 (3), 474–481.
- Berliant, M. – Reed, R. – Wang, P. (2006): Knowledge exchange, matching, and agglomeration. *Journal of Urban Economics*, 60 (1), 69–95.
- Berliant, M., – Fujita, M. (2008): Knowledge creation as a square dance on the Hilbert cube. *International Economic Review*, 49 (4), 1251–1295.
- Birkhoff, G. (1957): Extensions of Jentzsch's theorem. *Transactions of the American Mathematical Society*, 85 (1), 219–227.
- Black, D. – Henderson, J. V. (1999): A theory of urban growth. *Journal of Political Economy*, 107 (2), 252–284.
- Bloom, N. – Jones, C. I. – Van Reenen, J. – Webb, M. (2020): Are ideas getting harder to find? *American Economic Review* (forthcoming).
- Bond-Smith, S. – McCann, P. – Oxley, L. (2017): A regional model of endogenous growth without scale assumptions. *Spatial Economic Analysis*, 2017, 13 (1), 5–35.
- Boschma, R. A. – Eriksson, R. – Lindgren, U. (2009): How does labour mobility affect the performance of plants? The importance of relatedness and geographical proximity. *Journal of Economic Geography* 9 (2): 169–190.
- Bosker, M. – Brakman, S. – Garretsen, H. – Schramm, M. (2010): Adding geography to the new economic geography: Bridging the gap between theory and empirics. *Journal of Economic Geography*, 10 (6), 793–823.
- Boucekkine, R. – Camacho, C. – B. Zou, B. (2009): Bridging the gap between growth theory and the new economic geography: The spatial Ramsey model. *Macroeconomic Dynamics*, 13 (1), 20–45.
- Brakman, S. – Garretsen, H. – Schramm, M. (2004): The spatial distribution of wages: Estimating the Helpman-Hanson model for Germany. *Journal of Regional Science*, 44 (3), 437–466.
- Brakman, S. – Garretsen, H. – Schramm, M. (2006): Putting new economic geography to the test: Freeness of trade and agglomeration in the EU Regions. *Regional Science and Urban Economics*, 36 (5), 613–635.
- Brakman, S. – Garretsen, H. – van Marrewijk, C. (2009): *The new introduction to geographical economics*, 2nd Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

- Breschi, S. – Lissoni, F. (2009): Mobility of skilled workers and co-invention networks: An anatomy of localized knowledge flows. *Journal of Economic Geography*, 9 (4): 439–468.
- Bresnahan, T. (1986): Measuring the spillovers from technical advance: Mainframe computers in financial services. *American Economic Review*, 76 (4), 742–755.
- Brock, W. – Xepapadeas, A. (2008): Diffusion-induced instability and pattern formation in infinite horizon recursive optimal control. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32 (9), 2745–2787.
- Buera, F. – Oberfield, E. (2020): The global diffusion of ideas. *Econometrica*, 88 (1): 83–114.
- Buzard, K. – Carlino, G. (2013): The geography of research and development activity in the U.S. In: Giarratani, F. – Hewings, G. – McCann, P. (eds): *Handbook of Economic Geography and Industry*. London: Edward Elgar, 389–410.
- Buzás, N. (2007): *Innovációmenedzsment a gyakorlatban*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Caballero, R. – Jaffe, A. (1993): How high are the giants' shoulders: An empirical assessment of knowledge spillovers and creative destruction in a model of economic growth. In: Blanchard, O. – Fisher, S. (eds): *NBER Macroeconomics Annual Vol. 8*, Cambridge MA: National Bureau of Economic Research, 15–85.
- Caliendo, L. – Parro, F. – Rossi-Hansberg, E. – Sarte, P.-D. (2017): The impact of regional and sectoral productivity changes on the U.S. economy. *Review of Economic Studies*, 85 (4), 2042–2096.
- Caliendo, L. Dvorkin, M. – Parro, F. (2019): Trade and labor market dynamics: General equilibrium analysis of the China trade shock. *Econometrica*, 87 (3), 741–835.
- Capello, R. (2016): *Regional economics* (2nd edition). New York, NY: Routledge.
- Carlino, G. – Carr, J. – Hunt, R. M. – Smith, T. E. (2012): The agglomeration of R&D labs. Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper, No. 11-41.
- Carlino, G. A. – Chatterjee, S. – Hunt, R. M. (2007): Urban density and the rate of invention *Journal of Urban Economics*, 61 (3), 389–419.
- Carlino, G. A. – Kerr, W. (2015): Agglomeration and innovation. In: Duranton, G. – Henderson, J. V. – Strange, W. C. (eds): *Handbook of regional and urban economics*, Vol 5. Amsterdam: North-Holland, 349–404.
- Chaney, T. (2008): Distorted gravity: The intensive and extensive margins of international trade. *American Economic Review*, 98 (4), 1707–1721.
- Chaney, T. (2018): The gravity equation in international trade: An explanation. *Journal of Political Economy*, 126 (1), 150–177.

- Christensen, C. (1997): The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Coe, D. T. – Helpman, E. (1995): International R & D spillovers. *European Economic Review*, 39 (5), 859–887.
- Cohen, W. – Klepper, S., (1996): Firm size and the nature of innovation within industries: The case of process and product R & D. *Review of Economics and Statistics* 78 (2), 232–243.
- Combes, P-P – Duranton, G. (2006): Labour pooling, labour poaching and spatial clustering. *Regional Science and Urban Economics*, 36 (1), 1–28.
- Combes, P-P. – Duranton, G. – Gobillon, L. – Puga, D. – Roux, S. (2012): The productivity advantages of large cities: Distinguishing agglomeration from firm selection. *Econometrica*, 80 (6), 2543–2594.
- Combes, P-P. – Duranton, G. – Gobillon, L. (2008): Spatial wage disparities: Sorting matters! *Journal of Urban Economics*, 63 (2), 723–742.
- Combes, P-P. – Gobillon, L. (2015): The empirics of agglomeration economies. In: Duranton, G. – Henderson, V. J. – Strange, W. C. (eds): *Handbook of Regional and Urban Economics* Vol 5, Amsterdam: North-Holland, 247–348.
- Combes, P-P. – Mayer, T. – Thisse, J-F. (2008): *Economic geography: The integration of regions and nations*. Princeton, NY: Princeton University Press.
- Comin, D. A. – Dmitriev, M. – Rossi-Hansberg, E. (2012): The spatial diffusion of technology. NBER Working Paper No. 18534.
- Cooley, T. F. (1997): Calibrated models. *Oxford Review of Economic Policy*, 13 (3), 55–69.
- Crozet, M. (2004): Do migrants follow market potentials? An estimation of a new economic geography model. *Journal of Economic Geography*, 4 (4), 439–458.
- Czaller, L (2017): Increasing social returns to human capital: evidence from Hungarian regions, *Regional Studies*, 51 (3), 467–477.
- Czaller, L. – Lőcsei, H. (2018): Skill distribution and regional unemployment disparities in Hungary. *Espaço e Economia*, 7 (2), 1–18.
- Czaller, L. (2016): Agglomeráció, regionális növekedés és konvergencia. *Területi Statisztika*, 56 (3), 275–300.
- Csite A. – Oláh, M. – Szalkai, G. (2011): A területi közigazgatás reformját elősegítő tanácsadás a modern kori járások központjainak és lehatárolásának tárgyában. Összefoglaló Tanulmány a Nemzeti Közigazgatási Intézet részére. Budapest: Hétfa Elemző Központ Kft.
- Davis, D. R. – Dingel, J. (2019): A spatial knowledge economy. *American Economic Review*, 109 (1), 153–170.

- Davis, D. R. – Dingel, J. (2020): The comparative advantage of cities. *Journal of International Economics*, forthcoming.
- De la Roca, J. – Puga, D. (2017): Learning by working in big cities. *Review of Economic Studies*, 80 (1): 106–142.
- De Long, B. J. – Summers, L. (1991): Equipment investment and economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2): 445–502.
- Deardorff, A. (1998): Determinants of bilateral trade: Does gravity work in a neoclassical world? In: Frankel, J. (ed) *The regionalization of the world economy*. Chicago: University of Chicago Press, 7–32.
- Deaton, A. – Muellbauer, J. (1980): *Economics and consumer behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Desmet, K. – Nagy, D. K. – Rossi-Hansberg, E. (2018): The geography of development. *Journal of Political Economy*, 126 (3), 903–983.
- Desmet, K. – Rossi-Hansberg, E. (2014): Spatial Development. *American Economic Review*, 104 (4), 1211–1243.
- Di Addario, S. (2011): Job search in thick markets. *Journal of Urban Economics*, 69 (3), 303–318.
- Dinopoulos, E. – Thompson, P. (1998): Schumpeterian growth without scale effects. *Journal of Economic Growth*, 3 (4), 313–335.
- Dixit, A. K. – Stiglitz, J. E. (1977): Monopolistic competition and optimum product diversity. *American Economic Review*, 1977, 67 (3), 297–308.
- Donaldson D. (2016): Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure? *American Economic Review*, 108 (4-5), 899–934.
- Duranton, G. – Puga, D. (2004): Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: Henderson, J. V. – Thisse, J. F. (eds): *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4. Amsterdam: North-Holland, 2063–2117.
- Duranton, G. – Puga, D. (2005): From sectoral to functional urban specialisation. *Journal of Urban Economics*, 57 (2), 343–370.
- Duranton, G. – Turner, M. A. (2011): The fundamental law of road congestion: Evidence from U.S. cities. *American Economic Review*, 101 (6), 2616–2652.
- Duranton, G. (1998): Labor specialization, transport costs, and city size. *Journal of Regional Science*, 38 (4), 553–573.
- Duranton, G. (2007): Urban evolutions: The fast, the slow, and the still. *American Economic Review*, 97 (1), 197–221.

- Dusek, T. (2004): A területi elemzések alapjai. Regionális Tudományi Tanulmányok 10, ELTE, Budapest.
- Eaton, J. – Kortum, S. (2002): Technology, geography, and trade. *Econometrica*, 70 (5), 1741–1779.
- Eaton, J. – Z. Eckstein (1997): Cities and Growth: Theory and evidence from France and Japan. *Regional Science and Urban Economics*, 27 (4-5), 443–474.
- Egger, P. – Pfaffermayr, M. (2006): Spatial Convergence. *Papers in Regional Science*, 85 (2), 199–215.
- Erdősi, F. (2000): Európa közlekedése és regionális fejlődés. Budapest: Dialog-Campus.
- Ertur, C. – Koch, W. (2007): Growth, technological interdependence and spatial externalities: Theory and evidence. *Journal of Applied Econometrics*, 22 (6), 1033–1062.
- Ertur, C. – Koch, W. (2011): A contribution to the theory and empirics of Schumpeterian growth with worldwide interactions. *Journal of Economic Growth*, 16 (3), 215–255.
- Ethier, W. J. (1982): National and international returns to scale in the modern theory of international trade, *American Economic Review*, 72 (3), 389–405.
- Fallick, B. – Fleischman, C. – Rebitzer, J. (2006): Job-hopping in Silicon Valley: some evidence concerning the microfoundations of a high-technology cluster. *Review of Economics and Statistics* 88 (3), 472–481.
- Fang, L. (2019): Agglomeration and innovation: selection or true effect? *Environment and Planning A*, 52 (2), 423–448.
- Feldman, M. – Kogler, D. (2010): Stylized facts in the geography of innovation. In: Hall, B. – Rosenberg, N. (eds): *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 1. Oxford: Elsevier, 381–410.
- Feldman, M. (1994): *The geography of innovation*. Boston, MA: Kluwer Academic Press.
- Florida, R. (2005): *Cities and the creative class*. London: Routledge.
- Frankel, J. – Romer, D. (1999): Does trade cause growth? *American Economic Review*, 89 (3), 379–399.
- Frankel, J. (1997): *Regional trading blocs in the world economic system*. Washington D.C.: Peterson Institute for International Economics.
- Fujimoto, T. – Krause, U. (1985): Strong ergodicity for strictly increasing nonlinear operators *Linear Algebra and its Applications*, 71, 101–112.
- Fujita, M. – Krugman, P. – Venables, A. (1999): *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. Cambridge: MIT Press.

- Fujita, M. – Ogawa, H. (1982): Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional Science and Urban Economics*, 12 (2), 161–196.
- Fujita, M. – Thisse, J.-F. (2002): *Economics of agglomeration: Cities, industrial Location and regional growth*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Furman, J. L. – Porter, M.E. – Stern, S. (2002): The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31 (6), 899—933.
- Garretsen, H. – Martin, R. (2010): Rethinking (new) economic geography models: Taking geography and history more seriously. *Spatial Economic Analysis*, 5 (2), 127-160
- Gautier, P. A. – Teulings, C. N. (2009): Search and the city. *Regional Science and Urban Economics*, 39 (3), 251–265.
- Gennaioli, N. – La Porta, R. – De Silanes, F. L. – Shleifer, A. (2014): Growth in regions. *Journal of Economic Growth*, 19 (3), 259–309.
- Gerlach, H., – Ronde, T. – Stahl, K. (2009): Labor pooling in R& D intensive industries. *Journal of Urban Economics*, 65 (1), 99–111.
- Gerschenkron, A. (1962): *Economic backwardness in historical Perspective: A Book of Essays*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gertner, J. (2012): *The idea factory*. New York, NY: Penguin Press.
- Glaeser, E. L. – Kallal, H. – Scheinkman, J. – Shleifer, A. (1992): Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 100 (6), 1126–1152.
- Glaeser, E. L. (1999): Learning in cities. *Journal of Urban Economics*, 46 (2) 254–277.
- Glaeser, E. L. (2008): *Cities, agglomeration, and spatial Equilibrium* Oxford: Oxford University Press, 2008.
- Gomez-Herrera, E. (2013): Comparing alternative methods to estimate gravity models of bilateral trade. *Empirical Economics*, 44 (3), 1087–1111.
- Gordon, I. R. – McCann, P. (2005): Innovation, agglomeration, and regional development. *Journal of Economic Geography*, 5 (5), 523—543.
- Grossman, G. M. – Helpman, E. (1991): Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies*, 58 (1), 43–61.
- Grossman, G. M. – Helpman, E. (1991): Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies*, 1991, 58 (1), 43–61.
- Grossman, G. M. – Helpman, E. (1994): Endogenous innovation in the theory of growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8 (1), 23–44.
- Handbury, J. – Weinstein, D. (2015): Goods prices and availability in cities. *Review of Economic Studies*, 82 (1), 258–296.

- Hansen, L. P. – Heckman, J. (1996): The empirical foundations of calibration. *Journal of Economic Perspectives* 10 (1), 87–104.
- Hanson, G. H. (1996): Localization economies, vertical organization, and trade. *American Economic Review*, 86 (5), 1266–1278.
- Hanson, G. H. (1997): Increasing returns, trade, and the regional structure of wages. *Economic Journal*, 107 (1), 113–133.
- Hanson, G. H. (2005): Market potential, increasing returns and geographic concentration. *Journal of International Economics*, 67 (1), 1–24.
- Havas, A. (2014): Mit mér(j)ünk? *Közgazdasági Szemle*, 61 (9), 1022–1059.
- Head, K. – Mayer, T. (2004): The empirics of agglomeration and trade, in: Henderson, J. V. – Thisse, J. F. (eds.): *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol 4, Amsterdam: Elsevier, 2609–2669.
- Head, K. – Mayer, T. (2014): Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook. In: Gopinath, G. – Helpman, E. – Rogoff, K. (eds) *Handbook of International Economics*. Vol. 4. Amsterdam: Elsevier, 131–195.
- Heckman, J. (1979): Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47 (1), 153–161.
- Hellmann, T. – Perotti, E. (2011): The circulation of ideas in firms and markets. *Management Science*, 57 (10), 1813–1826.
- Helpman E. (1998): The Size of regions. In: Pines, D. – Sadka, E. – Zilcha, I. (eds) *Topics in Public Economics: Theoretical and Applied Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Helpman, E. – Melitz, M. – Rubinstein, Y. (2008): Estimating trade flows: Trading partners and trading volumes. *Quarterly Journal of Economics*, 123 (2), 441–487.
- Helpman, E. (2004): *The mystery of economic growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Helsley, R. W. – Strange, W. C. (1990): Matching and agglomeration economies in a system of cities. *Regional Science and Urban Economics*, 20 (2), 189–212.
- Helsley, R. W. – Strange, W. C. (2002): Innovation and input sharing. *Journal of Urban Economics*, 51 (1), 25–45.
- Helsley, R. W. – Strange, W. C. (2004): Knowledge barter in cities, *Journal of Urban Economics*, 56(2), 327–345.
- Henderson, J. V. (1986): The efficiency of resource usage and city size. *Journal of Urban Economics*, 19 (1), 47–70.

- Henderson, J. V. (1988): *Urban development: Theory, fact and illusion*. Oxford: Oxford University Press.
- Henderson, V. J. (2003): The urbanization process and economic growth: The so-what question. *Journal of Economic Growth*, 8 (1), 47–71.
- HÉTFA (2013): *Stratégiai irányok meghatározása, javaslat a tudománypolitikai stratégiára. Kutatási zárójelentés*. Budapest: Hétfa Kutatóintézet Kft. (Megbízó: Oktatási Hivatal)
- Howitt, P. (2000): Endogenous growth and cross-country income differences. *American Economic Review*, 90 (4), 829–846.
- Inzelt, A. (1998): Bevezetés az innováció közgazdaságtana és a technomenedzsment fogalomkörébe. In: Inzelt, A. (ed): *Bevezetés az innováció-menedzsmentbe*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 19–32.
- Inzelt, A. (2004): Az egyetemek és a vállalkozások kapcsolata az átmenet idején. *Közgazdasági Szemle*, 51 (9), 870–890.
- Iranzo S. – Peri G. (2009): Schooling externalities, technology, and productivity: theory and evidence from US States. *Review of Economics and Statistics*, 91 (2), 420–431.
- Jaffe, A. – Trajtenberg, M. – Fogarty, M. (2000): Knowledge spillovers and patent citations: evidence from a survey of inventors. *American Economic Review*, 90 (2), 215–218.
- Jaffe, A. (1989): Real effects of academic research. *American Economic Review*, 79 (5), 957–970.
- Jaffe, A. B. – Trajtenberg, M. – Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 577–598.
- Járosi, P. – Atsushi, K. – Thissen, M. – Varga, A. (2010): Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellel. *Közgazdasági Szemle*, 57 (2), 165–180.
- Jones, C. I. (1995): R& D-based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, 103 (4), 759–784.
- Jones, C. I. (2005): Growth and ideas, In: Aghion, P. – Durlauf, S. A. (eds.): *Handbook of economic growth*, North-Holland: Amsterdam, 1063–1111.
- Jovanovic, B. (1979): Job matching and the theory of turnover. *Journal of Political Economy* 87 (5), 972–990.
- Juhász, S. – Lengyel, B. (2018): Creation and persistence of ties in cluster knowledge networks. *Journal of Economic Geography*, 18 (6), 1203–1226.

- Kanemoto, Y. (1990): Optimal cities with indivisibility in production and interactions between firms. *Journal of Urban Economics*, 27 (1), 46–59.
- Keller, W. (2002): Geographich localization of international technology diffusion. *American Economic Review*, 92 (1), 120–142.
- Kerr, W. R. – Kominers, S. D. (2015): Agglomeration forces and cluster shapes. *Review of Economics and Statistics*, 97 (4), 877–899.
- Kim, S. (1991): Heterogeneity of labor markets and city size in an open spatial economy. *Regional Science and Urban Economics*, 21 (1), 109–126.
- Kiss, J. P. – Szalkai, G. (2014): A foglalkoztatás területi koncentrációjának változásai Magyarországon a népszámlálások ingázási adatai alapján, 1990–2011. *Területi Statisztika*, 54 (5), 415–447.
- Klette, T. J. – Kortum, S. (2004): Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political Economy*, 112 (5), 986–1018.
- Kline, S. J. – Rosenberg, N. (1986): An overview of innovation. In: Landau, R. – Rosenberg, N. (eds.): *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington DC: National Academy Press, 275–305.
- Kondor, P. – Koren, M. – Pál, J. – Szeidl, Á. (2014): Cégek kapcsolati hálózatainak gazdasági szerepe. *Közgazdasági Szemle*, 61 (11), 1341–1360.
- Kortum, S. (1997): Research, patenting, and technological change, *Econometrica*, 65 (6), 1389–1419.
- Kremer, M. (1993): Population growth and technological change: One million B.C. to 1990. *Quarterly Journal of Economics*, 108 (9), 1251–1288.
- Krugman P. (1991): Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy* 99 (3), 483–499.
- Krugman, P. (1980): Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, 70 (5), 950–959.
- Krugman, P. (1997): *Development, geography and economic theory*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- KSH (2016): *Az ingázás kiemelt célpontjai*. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal.
- Kuznetz, S. (1966): *Modern economic growth*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Landes, D. (1986): *Az elszabadult Prométheusz*. Budapest: Gondolat Kiadó. (Eredetileg megjelent 1969-ben.)
- Lengyel B. – Szanyi M. (2011): Agglomerációs előnyök és regionális növekedés felzárkózó régiókban – a magyar átmenet esete. *Közgazdasági Szemle*, 58 (10), 858–876.

- Lengyel, B. – Di Clemente, R. – Kertész, J. – González, M. C. (2019): The role of geography in the complex diffusion of innovations. arXiv:1804.01349 [physics.soc-ph]
- Lengyel, B. (2004): A tudásteremtés lokalitása: hallgatólagos tudás és helyi tudástranszfer. *Tér és Társadalom*, 18 (2), 51–71.
- Lengyel, I. – Mozsár, F. (2002): Külső gazdasági hatások (externáliák) térbelisége. *Tér és Társadalom*, 16 (2), 1–20.
- Lengyel, I. – Rechnitzer, J. (2004): *Regionális gazdaságtan*. Budapest: Dialog-Campus.
- Lengyel, I. (2010): *Regionális gazdaságfejlesztés*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Linders, G. J. – de Groot, H. L. F. (2006): Estimation of the gravity equation in the presence of zero flows. Tinbergen Institute Discussion Paper, No. 06-072/3.
- Liu, C. (2010): A spatial ecology of structure holes: scientists and communication at a biotechnology firm. *Academy of Management Proceedings*, 2010 (1), 1–6.
- Lucas R. (1988): On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), 3–42.
- Lucas, R. E. – Rossi-Hansberg, E. (2002): On the internal structures of cities. *Econometrica*, 70 (4), 1445–1476.
- Lucas, R. E. (2001): Externalities and cities. *Review of Economic Dynamics*, 4 (2), 245–274.
- Lucas, R. E., – Moll, B. (2011): Knowledge growth and the allocation of time, *Journal of Political Economy*, 122 (1), 1–51.
- Lundvall, B. A. (1992): *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Anthem Press.
- Luxen, D. – Vetter, C. (2011): Real-time routing with OpenStreetMap data. *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*. Chicago, Illinois: Association for Computing Machinery, 513–516.
- Magrini, S. (2004): Regional (di)convergence. In: Henderson, V. – Thisse, J.F. (eds.): *Handbook of Regional and Urban Economics Vol. 4*. New York: Elsevier, 2741–2796.
- Major, K. – Tétényi, T. (2013): Munkahelyteremtés és foglalkoztatás. *Közgazdasági Szemle*, 60 (9), 965–991.
- Mankiw G. – Romer D. – Weil N. (1992): A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 407–437.
- Mankiw, G. (1995): The growth of nations. *Brookings Papers of Economic Activity*, 26 (1), 275–310.

- Mansfield, E. – Rapoport, J. – Romeo, A. – Wagner, S. – Beardsley, G. (1977): Social and private rates of return from industrial innovation. *Quarterly Journal of Economics*, 91 (2), 221–240.
- Marshall, A. (1890): *Principles of economics*. London: Macmillan,
- Martin, P. – Ottaviano, G. (1999): Growing locations: Industry location in a model of endogenous growth. *European Economic Review*, 43 (2), 281–302.
- Matouschek, N. – Robert-Nicoud, F. (2005): The role of human capital investments in the location decision of firms. *Regional Science and Urban Economics*, 35 (5), 570–583.
- Michaels, G. – Rauch, F. – Redding, S. J. (2012): Urbanization and Structural Transformation. *Quarterly Journal of Economics*, 127 (2), 535–586.
- Mills, E. S. (1967): An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *American Economic Review*, 57 (2), 197–210.
- Mokyr, J. (2002): *The gifts of Athena. Historical origins of the knowledge economy*. Princeton, NY: Princeton University Press.
- Monte, F. – Redding, S. J. – Rossi-Hansberg, E. (2018): Commuting, migration, and local employment elasticities. *American Economic Review*, 108 (12), 3855–3890.
- Moretti E. (2004): Estimating the social return to higher education: evidence from longitudinal and repeated cross-sectional data. *Journal of Econometrics*, 121 (1-2), 175–212.
- Morroni, M. (1992): *Production process and technical change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Murata, Y. – Nakajima, R. – Okamoto, R. – Tamura, R. (2014): Localized knowledge spillovers and patent citations: a distance-based approach. *Review of Economics and Statistics*, 96 (5), 967–985.
- Neffke, F., – Henning, M. (2013): Skill relatedness and firm diversification. *Strategic Management Journal*, 34 (3), 297–316.
- Nemes Nagy, J. – Németh, N. (2005): Az átmeneti és az új térszerkezet tagoló tényezői. In: Faluvégi A. – Fazekas, K. – Nemes Nagy J. – Németh, N. (eds): *A hely és a fej. Munkapiac és regionalitás Magyarországon*. MTA KTI, 75–137.
- Nemes Nagy, J. (2009): *Terek, helyek, régiók. A regionális tudomány alapjai*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Nordhaus, W. D. (1969): An economic theory of technological change. *American Economic Review*, 59 (2), 18–28.
- Nowosad, P. (1966): On the integral equation $\kappa f = 1/f$ arising in a problem in communication. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 14 (1), 484–492.

- Overman, H. G. – Winters, L. A. (2006): Trade shocks and industrial location: The impact of EEC accession on the UK. CEP Discussion Paper 588.
- Papageorgiou, T. (2013): Worker sorting and agglomeration economies. mimeo, Penn State University.
- Park, I. K. – von Rabenau, B. (2011): Disentangling agglomeration economies: Agents, sources and spatial dependence. *Journal of Regional Science*, 51 (5), 897–930.
- Parr, J. (2002): Agglomeration economies: ambiguities and confusions. *Environment and Planning A*, 34 (4), 717–731.
- Peretto, P. (1998): Technological change and population growth. *Journal of Economic Growth*, 3 (4), 283–311.
- Pfaffermayr, M. (2012): Spatial convergence of regions revisited. *Journal of Regional Science*, 52 (5), 857–873.
- Pfaffermayr, M. (2019): Gravity models, PPML estimation and the bias of the robust standard errors. *Applied Economics Letters*, 26 (18), 1467–1471.
- Pred, A. R. (1973): *Urban growth and the circulation of information: The US urban system, 1790–1840*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Puga, D. (1999): The rise and fall of regional inequalities. *European Economic Review*, 43 (2), 303–334.
- Puga, D. (2010): The magnitude and causes of agglomeration economies. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 203–220.
- Quah, D. (2002): Spatial agglomeration dynamics. *American Economic Review*, 92 (2), 247–252.
- Quigley, J. M. (1998): Urban Diversity and Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 12 (2), 127–138.
- Quigley, J. M. (2009): Urbanization, agglomeration, and economic development, In: Spence, M. – Annez, P. – Buckley, R. (eds) *Urbanization and Growth*, Washington DC: World Bank, 115–132.
- Ramondo, N. – A. Rodríguez-Clare (2013): Trade, multinational production, and the gains from openness. *Journal of Political Economy*, 121 (2), 273–322.
- Rauch J. E. (1993): Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities. *Journal of Urban Economics*, 34 (3), 380–400.
- Rauch, J. E. (1999): Networks versus markets in international trade. *Journal of International Economics*, 48 (1), 7–35.
- Redding S. J. (2010): The empirics of new economic geography. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 297–311.

- Redding S. J. – Sturm, D. M. (2008): The costs of remoteness: Evidence from German division and reunification. *American Economic Review*, 98 (5), 1766–1797.
- Redding, S. J. – Rossi-Hansberg, E. (2017): Quantitative spatial economics. *Annual Review of Economics*, 9 (1), 21–58.
- Redding, S. J. – Venables, A. (2004): Economic geography and international inequality. *Journal of International Economics*, 62 (1), 53–82.
- Romer, P. M. (1990): Endogenous technological change, *Journal of Political Economy*, 98 (5), 71–102.
- Romer, P. M. (1994): The origins of endogeneous growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8 (1), 3–22.
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenthal, S. – Strange, W. (2004): Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: Henderson, J.V. – Thisse, J.F. (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics Vol 4*, Amsterdam: North-Holland, 2119–2171.
- Rosenthal, S. – Strange, W. (2008): The attenuation of human capital spillovers. *Journal of Urban Economics*, 64 (2), 373–389.
- Rossi-Hansberg, E. – Wright, M. L. J. (2007): Urban structure and growth. *Review of Economic Studies*, 74 (2), 597–624.
- Rotemberg, J. – Saloner, G. (2000): Competition and human capital accumulation: a theory of interregional specialization and trade. *Regional Science and Urban Economics* 30 (4), 373–404.
- Santos S. J. – Tenreyro, S. (2010): On the existence of the maximum likelihood estimates in Poisson regression. *Economics Letters*, 107 (2), 310–312.
- Santos, S. J. – Tenreyro, S. (2006): The log of gravity. *Review of Economics and Statistics*, 88 (4), 641–658.
- Saxenian, A. (1994): *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA: Harvard University Press.:
- Scherer, F. M. (1986): *Innovation and growth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schumpeter, J. (1939): *Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Scott, A. (1988): *Metropolis: From the division of labor to urban form*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Scott, A. J. – Storper, M. (1987): High technology industry and regional development: A theoretical critique and reconstruction. *International Social Science Journal*, 39 (2): 215–232.

- Sebestyén, T. – Parag, A. – Kruzslicz, F. (2011): A feltalálói kapcsolatok szerepe a high-tech szektorban. Sokféleség és specializáció a hálózatok tükrében. *Tér és Társadalom*, 25 (3), 79–99.
- Sebestyén, T. – Varga, A. (2013): Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *Annals of Regional Science*, 51 (1), 155–189.
- Sebestyén, T. (2017): Moving beyond the iceberg model: The role of trade relations in endogenizing transportation costs in computable general equilibrium models. *Economic Modelling*, 67(C), 159–174.
- Segerstrom, P. (1998): Endogenous growth without scale effects, *American Economic Review*, 88 (5), 1290–1310.
- Segerstrom, P. S. – Anant, T. C. – Dinopoulos, E. (1990): A Schumpeterian model of the product life cycle, *American Economic Review*, 80 (5), 1077–1091.
- Sheshinski, E. (1967): Optimal accumulation with learning by doing. In: Shell, K. (ed.): *Essays on the theory of economic growth*. Cambridge, MA: MIT Press, 31–52.
- Silverman, B. W. (1986): *Density estimation for statistics and data analysis*. London: Chapman & Hall.
- Solow, R. (1957): Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics* 39 (3), 312–320.
- Storper, M. (2013): *Keys to the city: How economics, institutions, social interactions, and politics shape development*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Storper, M. – Venables, A. J. (2004): Buzz: face-to-face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography*, 4 (4), 351–370.
- Storper, M. – Walker, R. (1989): *The capitalist imperative: Territory, technology, and industrial growth*. Oxford: Basil Blackwell.
- Strange, W. – Hejazi, W. – Tang, J. (2006): The uncertain city: competitive instability, skills, innovation, and the strategy of agglomeration. *Journal of Urban Economics*, 59 (3), 331–351.
- Sturgeon, T. (2002): Modular production networks: a new American model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change*, 11 (3), 451–496.
- Swann, P. (2014): *Common innovation: How we create the wealth of nations*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Szalkai, G. (2012): A járások kialakításának módszertani megalapozása. *Területi Statisztika*, 52 (3), 215–229.
- Thompson, P. – Fox-Kean, M. (2005): Patent citations and the geography of knowledge spillovers: A reassessment. *American Economic Review*, 95 (1), 450–460.

- Thompson, P. (2006): Patent citations and the geography of knowledge spillovers: Evidence from inventor- and examiner-added citations. *Review of Economics and Statistics*, 88 (2), 383–388.
- Tinbergen, J. (1962): *Shaping the world economy*. New York: Twentieth Century Fund.
- Usher, A. (1929): *A history of mechanical inventions*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Valentinyi, Á. (1995): Endogén növekedésmélet. *Közgazdasági Szemle*, 42 (6), 582–594.
- van Meeteren, M. – Neal, Z. – Derudder, B. (2016): Disentangling agglomeration and network externalities: A conceptual typology. *Papers in Regional Science*, 95 (1), 61–80.
- Varga A. (2004): Az egyetemi kutatások regionális gazdasági hatásai a nemzetközi szakirodalom tükrében. *Közgazdasági Szemle*, 51 (3), 259–275.
- Varga, A. – Hau-Horváth, O. – Szabó, N. – Járosi, P (2013): A GMR-Európa-modell alkalmazása két gazdaság-típusú innovációk hatásvizsgálatára. *Területi Statisztika*, 53 (5), 411–434.
- Varga, A. – Járosi, P. – Sebestyén, T. (2014): A GMR-Európa modell és alkalmazása EU kohéziós politikai reformok előzetes hatásvizsgálata során, *Szigma*, 45 (1-2), 117–143.
- Varga, A. – Pontikakis, D. – Chorafakis, G. (2014): Metropolitan Edison and cosmopolitan Pasteur? Agglomeration and interregional research network effects on European R&D productivity, *Journal of Economic Geography*, 14 (2), 229–263.
- Varga, A. – Sebestyén, T. (2017): A hálózati és a lokalizált tudásáramlás különbségei Európában. *Területi Statisztika*, 57(1), 24–51.
- von Hippel, E. (1988): *The sources of innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Wheeler, C. (2001): Search, sorting, and urban agglomeration. *Journal of Labor Economics*, 19 (4), 879–899.
- Wright, G. (1999): Can a nation learn? American technology as a network phenomenon. In: Lamoreaux N. R. – Raff, D. – Temin P. (eds): *Learning by doing in markets, firms and countries*. Chicago: University of Chicago Press, 295–332.
- Young, A. (1993): Invention and bounded learning by doing. *Journal of Political Economy*, 101 (3), 443–472.
- Young, A. (1998): Growth without scale effects. *Journal of Political Economy*, 106 (1), 41–63.
- Zabreyko, P. – Koshelev, A. – Krasnoselskii, M. – Mikhlin, S. – Rakovshchik, L. – Stet'senko, V. (1975): *Integral equations: A reference text*. Leyden: Noordhoff International Publishing.

A. Függelék: Matematikai levezetések és bizonyítások

A fogyasztói probléma megoldása

A fogyasztói probléma megoldását egyetlen időszakra Fujita, Krugman és Venables (1999), illetve Combes, Mayer és Thisse (2008) tárgyalja részletesen. Esetünkben az alapprobléma annyiban módosul, hogy a fogyasztók az egymást követő időszakokban szerzett instant haszon szubjektív diszkonttényezővel súlyozott végtelen összegének maximalizálására törekednek. Ennek megfelelően a fogyasztó intertemporális haszonmaximalizálási problémája $C_t(i)$ és $h_t(i)$ tekintetében

$$\max_{\{C_t(i), h_t(i)\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u_t(i)$$

s.t.

$$r_t(i)h_t(i) + P_t(i)C_t(i) = v_t(i).$$

A feltételes optimalizációs problémára felírt Lagrange-egyenlet

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u_t(i) + \sum_{t=0}^{\infty} \vartheta_t (v_t(i) - P_t(i)C_t(i) - r_t(i)h_t(i)),$$

ahol ϑ_t a t -edik időszakra vonatkozó Lagrange-szorzó (a szokásos λ jelölés foglalt). Az elsőrendű feltételek:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t(i)} = \alpha \beta^t \frac{u_t(i)}{C_t(i)} - \vartheta_t p_i(t) = 0,$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_t(i)} = (1 - \alpha) \beta^t \frac{u_t(i)}{h_t(i)} - \vartheta_t r_i(t) = 0,$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \vartheta_t} = v_t(i) - P_t(i)C_t(i) - r_t(i)h_t(i) = 0.$$

Az első és a második feltétel hányadosát véve, majd ezt kifejezve $P_t(i)C_t(i)$ -re

$$P_t(i)C_t(i) = \frac{\alpha}{1 - \alpha} r_t(i)h_t(i)$$

egyenletet kapjuk, amit a költségvetési korlátba beillesztve először megkapjuk $h_t(i)$ optimális mennyiségét,

$$h_t(i) = (1 - \alpha) \frac{v_t(i)}{r_t(i)},$$

majd ezt ismételten behelyettesítve $C_t(i)$ mennyiség is megadható:

$$C_t(i) = \alpha \frac{v_t(i)}{P_t(i)}.$$

Most, hogy ismerjük a $C_t(i)$ kompozit jószágra szánt kiadást, $c_t(i, j, \omega)$ termékváltozatok kereslete megadható

$$\max_{c_t(i, j, \omega)} \left(\int_S \int_0^{n_t(j)} c_t(\omega, i, j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \bar{\lambda}_t(\omega, j)^{\frac{1}{\sigma}} d\omega dj \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

s.t.

$$P_t(i)C_t(i) = \int_S \int_0^{n_t(j)} p_t(i, j, \omega) c_t(i, j, \omega) d\omega dj$$

feladat megoldásával. A problémára felírható egy újabb Lagrange-egyenlet, melynek elsőrendő feltételei alapján megadhatjuk bármely ω termékváltozat relatív keresletét valamely ω' mennyiségének és árának függvényében:

$$c_t(i, j, \omega) = \left(\frac{p_t(i, j, \omega)}{p_t(i, j, \omega')} \right)^{-\sigma} \frac{\bar{\lambda}_t(j, \omega')}{\bar{\lambda}_t(j, \omega)} c_t(i, j, \omega').$$

Ezt az egyenletet behelyettesítve az eredeti problémába, majd az egészet átrendezve $c_t(i, j, \omega')$ -re

$$c_t(i, j, \omega') = \frac{p_t(i, j, \omega')^{-\sigma} \bar{\lambda}_t(j, \omega')}{\left(\int_S \int_0^{n_t(j)} p_t(\omega, i, j)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_t(\omega, j) d\omega dj \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}} C_t(i) \quad (\text{A.1})$$

keresleti függvényt kapjuk. Az ω' termékváltozatra szánt kiadás $p_t(i, j, \omega') c_t(i, j, \omega')$, melyet ω' és j szerint integrálva, majd az előző egyenletet behelyettesítve

$$\int_S \int_0^{n_t(j)} p_t(i, j, \omega') c_t(i, j, \omega') d\omega' dj = \left(\int_S \int_0^{n_t(j)} p_t(\omega, i, j)^{1-\sigma} \bar{\lambda}_t(\omega, j) d\omega dj \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} C_t(i)$$

egyenlet adódik, melyből az integrálalakban kifejezés a költségvetési korlát értelmében egyenlő a $P_t(i)$ árindexszel, lásd (2) egyenletet a törzsszövegben. Ezt behelyettesítve (A.1) keresleti függvénybe, megkapjuk (4) egyenletet.

Az indirekt hasznossági függvényt úgy kapjuk meg, hogy az optimális $C_t(i)$ -t és $h_t(i)$ -t egyszerűen behelyettesítjük az eredeti hasznossági függvénybe.

A.1. Általános egyensúly

Az egyértelmű egyensúly létezésének igazolásához Allen és Arkolakis (2014) gondolatmenetét követem, akik a hasonló térbeli modellek megoldásának sémáit folytonos térben és diszkrét régiók esetén is végigveszik. Első lépésben (21) és (22) egyenletrendszereket vezetem le a modell egyensúlyi összefüggéseiből. Ehhez először helyettesítsük be (16) kifejezést (18)-be,

$$\frac{w_t(j)^\sigma}{\lambda_t(j)} = \int_S \pi_t(i, i) \frac{w_t(i)^\sigma}{\lambda_i(t)} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} di, \quad (\text{A.2})$$

majd ezt követően (4) és (19) behelyettesítése után fejezzük ki az indirekt haszont $P_t(i)$ árindexre:

$$P_t(i) = \left(\frac{1}{\alpha \bar{u}_t} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} w_t(i) L_t(i)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(i)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}. \quad (\text{A.3})$$

Ha ezt az egyenletet tovább kombináljuk a (16) kifejezéssel, a helyben előállított termékekre szánt kiadások aránya felírható a következőképpen:

$$\pi_t(i, i) = A_t L_t(i)^{1-(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} \lambda_t(i) H(i)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}}, \quad (\text{A.4})$$

ahol

$$A_t = \alpha^{\frac{1-\sigma}{\alpha}} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^{(\sigma-1)\frac{\alpha-1}{\alpha}} \frac{1-\gamma}{\sigma f} l^\gamma \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} \right)^{1-\sigma} \bar{u}_t^{\frac{1-\sigma}{\alpha}}$$

kizárólag az indirekt haszonnak (\bar{u}_t) a függvénye, amely (20) értelmében kiegyenlítődik a régiók között. Felhasználva (A.4) és (A.2) összefüggéseket, megkapjuk (21) egyenletrendszer:

$$w_t(i)^\sigma \lambda_t(i)^{-1} = A_t \int_S w_t(j)^\sigma L_t(j)^{1-(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(j)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj.$$

A $P_t(i)$ árindexre kapott (17) és (A.3) összefüggések kombinálásával pedig előállítható (22) egyenletrendszer is:

$$w_t(i)^{1-\sigma} L_t(i)^{(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(i)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}} = A_t \int_S w_t(j)^{1-\sigma} L_t(j) \lambda_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj.$$

A bizonyítás második lépéseként igazoljuk, hogy szimmetrikus szállítási költségek mellett (23) megoldása (21) és (22) egyenletrendszereknek. Ehhez Allen és Arkolakis (2014) lépéseit követem, melyek a következők: először definiáljuk $f_t(i)$ függvényt (21) és (22) bal oldalának hányadosaként:

$$f_t(i) = \frac{w_t(i)^{1-\sigma} L_t(i)^{(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(i)^{(1-\sigma)\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{w_t(i)^\sigma \lambda_t(i)^{-1}}.$$

Ebből egyenesen következik, hogy

$$\begin{aligned}
f_t(i) &= \frac{\int_S w_t(j)^{1-\sigma} L_t(j) \lambda_t(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj}{\int_S w_t(j)^\sigma H(j)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} L_t(j)^{1-(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj} \\
&= \frac{\int_S F_t(i, j) f_t(j) dj}{\int_S F_t(i, j)},
\end{aligned} \tag{A.5}$$

ahol

$$F_t(i, j) = w_t(j)^\sigma L_t(j)^{1-(1-\sigma)\frac{\alpha-1}{\alpha}} H(j)^{(\sigma-1)\frac{1-\alpha}{\alpha}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma}.$$

Az $F_t(i, j)$ kernellel kapcsolatban megállapítható, hogy folytonos és nemnegatív, hiszen alkotóelemei definíció szerint ugyanezekkel a tulajdonságokkal bírnak. Emellett $F_t(i, j)$ -re az is igaz, hogy

$$\int_S \int_S F_t(i, j)^2 di dj < \infty,$$

ami abból fakad, hogy S és $F_t(i, j)$ egyaránt korlátos. Mivel a gazdaságot az euklideszi tér egy zárt és korlátos intervallumán képzeltük el, S definíció szerint korlátos. $F_t(i, j)$ felülről biztos, hogy korlátos, hiszen $L_t(i)$ sosem lehet nagyobb mint \bar{L} , ami véges pozitív $w_t(j)$ -t eredményez. Másrészt alulról is korlátos, hiszen $L_t(i)$ nem zuhanhat le nullára sem, csak akkor, ha $w_t(i)$ is nulla. Ebben az esetben azonban a zérus bérek az ingyenes lakhatást kompenzálnák, ami a régió végtelen kiterjedése esetén állhatna elő. A jelöléseket némileg módosítva (A.5) egyenlet felírható

$$f_t(i) = C_0 \int_S F_t(i, j) f_t(j) dj \tag{A.6}$$

alakban, ahol

$$C_0 = \frac{1}{\int_S F_t(i, j) dj}.$$

Figyelembe véve $F_t(i, j)$ imént taglalt tulajdonságait, a Birkhoff-Jentzsch-tétel értelmében (ld. a 3. tételt Birkhoff (1957) 224. oldalán, vagy Zabreyko *et al.* (1975) 2.1. tételét) létezik olyan $f_t(i)$ pozitív függvény, amely egyértelmű megoldása (A.6)-nak. Egyből szembetűnik, hogy $f_t(i) = 1$ megoldás, hiszen ekkor

$$f_t(i) \int_S F_t(i, j) dj = \int_S F_t(i, j) f_t(j) dj \Leftrightarrow \int_S F_t(i, j) dj = \int_S F_t(i, j) f_t(j) dj.$$

Mivel a fenti tétel szerint $f_t(i) = 1$ egyértelmű megoldás, ezért (23) teljesül. Ez azt jelenti, hogy (23) értelmében $w_t(i)$ és $L_t(i)$ között létezik olyan egyértelmű kapcsolat, amely (21) és (22) egyenletrendszeret is kielégíti. Ezt követően helyettesítsük vissza (23) egyenletet (22)-be:

$$\lambda_t(i)^{-\tilde{\sigma}} L_t(i)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1} H(i)^{-\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1} = A_t \int_S \lambda_t(j)^{1-\tilde{\sigma}} L_t(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2} H(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 \frac{\sigma-1}{\sigma}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj,$$

ahol

$$\tilde{\sigma} = \frac{\sigma - 1}{2\sigma - 1},$$

$$\tilde{\alpha}_1 = \sigma \frac{1 - \alpha}{\alpha},$$

$$\tilde{\alpha}_2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma - 1} - \frac{\sigma - 1}{\sigma} \tilde{\alpha}_1.$$

Vezessük be a következő jelöléseket,

$$B_t^1(i) = \lambda_t(i)^{-\tilde{\sigma}} H(i)^{-\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1},$$

$$B_t^1(i, j) = \lambda_t(j)^{1-\tilde{\sigma}} H(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 \frac{\sigma-1}{\sigma}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma}$$

$$g_t^1(i)^{\delta_1} = L_t(i)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1}$$

$$g_t^1(j)^{\delta_2} = L_t(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2}$$

melyek segítségével (24) felírható a következő általános formában:

$$B_t^1(i) g_t^1(i)^{\delta_1} = A_t \int_S B_t^1(i, j) g_t^1(j)^{\delta_2} dj.$$

Ezeknek a rendszereknek Zabrejko *et al.* (1975) alapján akkor létezik egyértelmű megoldása (ld. a 2.19. tételt a 401. oldalon), ha $B_t^1(i)^{-1} A_t B_t^1(i, j)$ folytonos és pozitív, illetve $|\delta_2/\delta_1| \leq 1$. Az első feltétel $(\lambda_t, H) : S \rightarrow \mathbb{R}_{++}$ és $\varsigma : S \times S \rightarrow [0, \infty)$ folytonosságából közvetlenül adódik, míg a második feltételhez (24) esetében $\tilde{\alpha}_2 \leq \tilde{\alpha}_1$ egyenlőtlenségnek kell teljesülnie. Egyszerűsítés és átrendezés után megkapjuk az állításban foglalt $\sigma(1 - \alpha) \geq 1$ feltételt.⁵⁶

⁵⁶Az egyértelmű egyensúly létezéséhez nem szükséges, hogy a földrajzi tér folytonos legyen, az állítás akkor is igazolható, ha folytonos tér helyett S számú diszkrét régióból indulunk ki (Allen és Arkolakis 2014). Ebben az esetben a Birkhoff-Jentzsch-tétel helyett a Perron-Frobenius-tételt alkalmazzuk, (24) egyértelmű megoldásának létezését pedig Fujimoto és Krauss (1985, 103. o.) tételével igazolhatjuk, amely a Perron-Frobenius-tétel szigorúan növekvő, gyengén homogén nemlineáris operátorokra kiterjesztett változata.

Az egyértelmű egyensúly létezéséből fakadóan (24) megoldható a következő egyszerű iterációs eljárással: első lépésben definiáljunk egy tetszőleges $L_t^0(\cdot)$ induló népességeloszlást, majd $\lambda_t(\cdot)$ és $\varsigma(\cdot, \cdot)$ ismeretében oldjuk meg (24) bal oldalát. A kapott eloszlás legyen mondjuk L_t^1 . Ezt követően számoljuk ki az átlagos négyzetes hiba mértékét L_t^0 és L_t^1 eloszlások között a következő formula segítségével:

$$\text{MSE}_t^1 = \int_S (L_t^1(i) - L_t^0(i))^2 di.$$

Abban az esetben, ha $\text{MSE}_t^1 < \epsilon$, ahol ϵ egy előre meghatározott toleranciaküszöb, az iterációt befejezzük. Ellenkező esetben folytassuk az eljárást oly módon, hogy (22) jobb oldalán L_t^1 szerepeljen, oldjuk meg az egyenletrendszer bal oldalát, majd a megoldást jelölje L_t^2 . Folytassuk az eljárást egészen addig, amíg $\text{MSE}_t^1 < \xi$ nem teljesül!

A.2. Egyensúlyi növekedési pálya

Fejezzük ki $L_t(k)$ -t a (26) egyenletből, majd felhasználva, hogy a munkaerőpiac teljes megtisztulása mellett $\bar{L} = \int L_t(k)dk$ egyenlőség minden t -re fennáll, összegezzük mindkét oldalt k szerint:

$$L_t(j)\lambda_t(j)^{-\frac{\theta}{\rho}} \int_S \lambda_t(k)^{\frac{\theta}{\rho}} dk = \bar{L}.$$

Ebből kifejezhetjük $\lambda_t(j)$ -t a $L_t(j)$ függvényében:

$$\lambda_t(j) = \kappa_t^1 L_t(j)^{\frac{\theta}{\rho}}, \quad (\text{A.7})$$

ahol κ_t^1 a technológia t -beli eloszlásától függő skalár:

$$\kappa_t^1 = \left(\frac{\bar{L}}{\int_S \lambda_t(k)^{\rho/\theta} dk} \right)^{-\frac{\theta}{\rho}}.$$

Ezt behelyettesítve (24)-be,

$$L_t(i)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 - \frac{\tilde{\sigma}\theta}{\rho}} H(i)^{-\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1} = \kappa_t^1 A_t \int_S L_t(i)^{(1-\tilde{\sigma})\frac{\theta}{\rho} + \tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2} H(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 \frac{\sigma-1}{\sigma}} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} ds$$

egyenletrendszert kapjuk. Vezessük be a következő jelöléseket:

$$B_t^2(i) = H(i)^{-\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1},$$

$$B_t^2(i, j) = \frac{1}{\kappa_t^1 A_t} \varsigma(i, j)^{1-\sigma} H(j)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 \frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

$$g_t^2(i)^{\delta_3} = L_t(i)^{\tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 - \frac{\tilde{\sigma}\theta}{\rho}}$$

$$g_t^2(j)^{\delta_4} = L_t(j)^{(1-\tilde{\sigma})\frac{\theta}{\rho} + \tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2}.$$

Ezek segítségével (24) felírható a következő általános formában:

$$B_t^2(i)g_t^2(i)^{\delta_3} = \int_S B_t^2(i, j)g_t^2(j)^{\delta_4}dj. \quad (\text{A.8})$$

Ismételten alkalmazva Zabreyko *et al.* (1975) 2.19. számú tételét, megadható az egyensúlyi növekedési pálya létezéséhez szükséges algebrai feltétel: $|\delta_4/\delta_3| \leq 1$. Ez a mi esetünkben

$$\frac{(1-\tilde{\sigma})\theta}{\rho} + \tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_2 \leq \tilde{\sigma}\tilde{\alpha}_1 - \frac{\tilde{\sigma}\theta}{\rho}.$$

teljesülését jelenti, amit egyszerűsítés és átrendezés után felírhatunk

$$1 + \frac{\alpha\theta}{\rho} \leq \sigma(1-\alpha)$$

formában is, ahogy az állításban szerepel.⁵⁷

A.3. Egyensúlyi jövedelemnövekedés

Az állítás bizonyításához először vegyük észre, hogy a második állításban foglalt algebrai feltétel teljesülése esetén az első állítás lazább feltétele is automatikusan teljesül, így minden t periódusban beáll az egyensúly, amely (23) segítségével kifejezhető zárt alakban. Felhasználva ezt az egyenletet, megadhatjuk az egy főre jutó jövedelem növekedési ütemét két egymást követő periódus között, miközben a lakosságszám állandósul:

$$\frac{w_{t+1}(j)}{w_t(j)} = \left(\frac{\lambda_{t+1}(j)}{\lambda_t(j)} \right)^{\frac{1}{2\sigma-1}}.$$

Ezt követően helyettesítsük be (A.7) egyenletet (25)-be, mellyel megadhatjuk a technológia egyensúlyi növekedési ütemét a népességeloszlás függvényében:

$$g_\lambda = \sigma^{-\theta(1-\rho)} \gamma^\gamma \left(\frac{1-\gamma}{f} \right)^{\theta(1-\rho)-\gamma} \left(\int_S \tau(k) L_t(k)^{\frac{\theta}{\rho}} du \right)^\rho.$$

⁵⁷Diszkrét régiók esetén a bizonyítás Fujimoto és Krauss (1985, 103. o.) tételére épül, amely ugyanezt az eredményt adja.

Az így kapott egyenletet behelyettesítve az előző összefüggésbe:

$$g_w = \sigma^{\frac{\theta(\rho-1)}{2\sigma-1}} \gamma^{\frac{\gamma}{2\sigma-1}} \left(\frac{1-\gamma}{f} \right)^{\frac{\theta(1-\rho)-\gamma}{2\sigma-1}} \left(\int_S \tau(k) L_t(k)^{\frac{\theta}{\rho}} du \right)^{\frac{\rho}{2\sigma-1}}.$$

A.4. Kezdeti technológia és lakóterület

Az állítás szerint ismert $w_0(\cdot)$, $L_0(\cdot)$ és $\varsigma(\cdot, \cdot)$ mellett

$$w_0(i)^\sigma \lambda_0(i)^{-1} = A_0 \int_S w_0(j)^{1-\sigma} \lambda_0(j) L_0(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma} dj$$

egyenletrendszernek létezik egyértelmű megoldása. Ennek igazolásához vezessük be a következő jelöléseket:

$$g_0(i) = \lambda_0(i)^{-1},$$

$$B_0(i, j) = \frac{A_0}{w_0(i)^\sigma} w_0(j)^{1-\sigma} L_0(j) \varsigma(i, j)^{1-\sigma},$$

majd ezeket felhasználva írjuk át (A.8) egyenletrendszert a következő általános formára:

$$g_0(i) = \int_S B_0(i, j) \frac{1}{g_0(j)} dj.$$

Ezeket az egyenleteket Nowosad (1966) vizsgálta először azokra az esetekre, amikor $B_0(i, j)$ szimmetrikus és $S = [0, 1]$. Az egyenlet struktúrája lényegében azonos (A.8)-vel, ha $\delta_3 = 1$ és $\delta_4 = -1$. Emiatt a 2. tétel bizonyítása során alkalmazott érvelés itt is megállja a helyét, mivel $g_0(i)$ és $B_0(i, j)$ egyaránt folytonos és pozitív, valamint $B_0(i, j)$ alulról és felülről egyaránt korlátos. Zabreyko *et al.* (1975) 2.19. sz. tétele alapján létezik olyan egyértelmű pozitív $g_0(i)$ függvény, ami kielégíti a fenti egyenletet. Miután igazoltuk, hogy létezik olyan $\lambda_0(\cdot)$, ami egyértelmű megoldása (33) egyenletrendszernek, (32) egyenleten keresztül $H(\cdot)$ közvetlenül meghatározható.

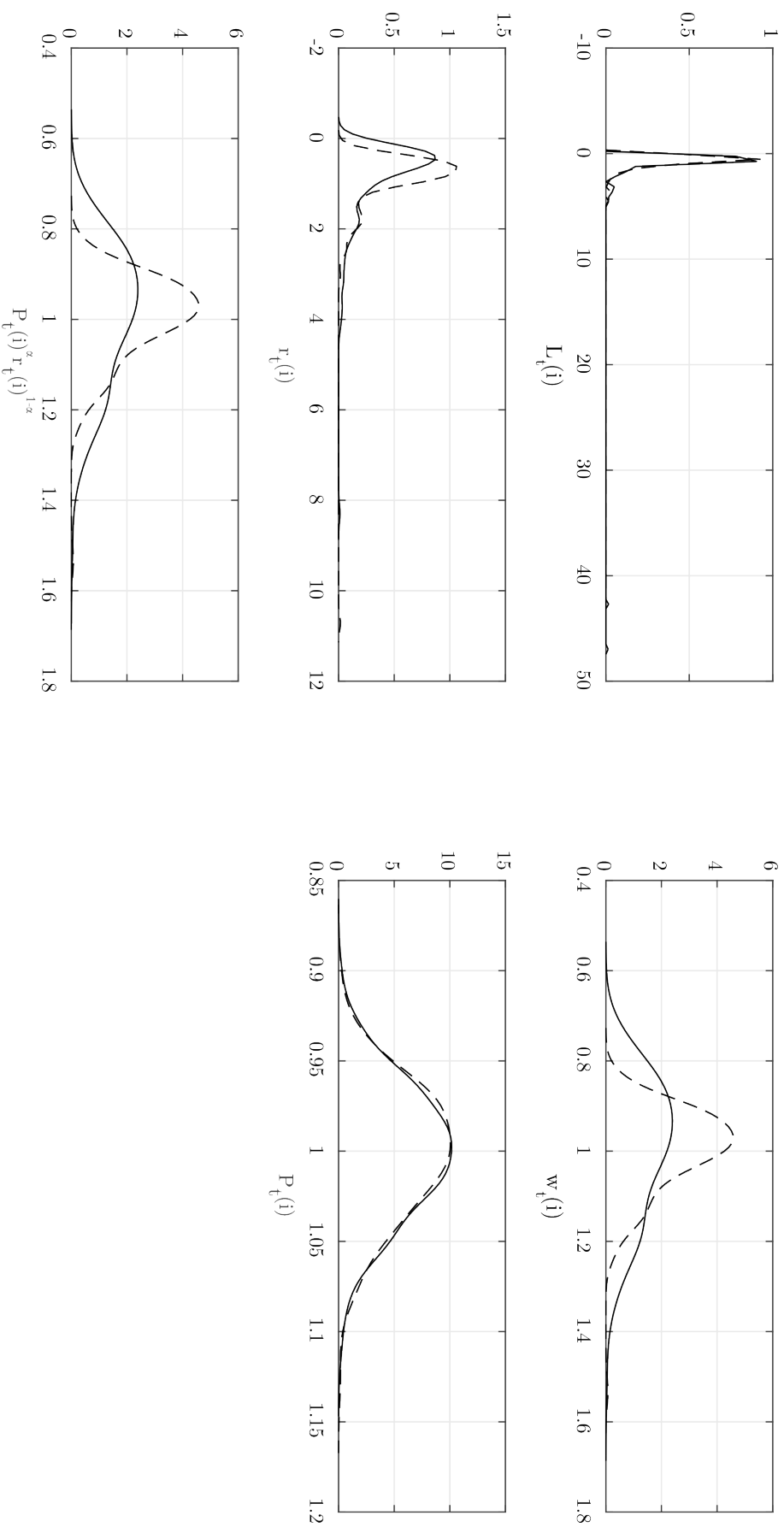
B. Függelék: Kiegészítő ábrák és táblázatok

9. táblázat. A kalibráláshoz használt változók leíró statisztikái

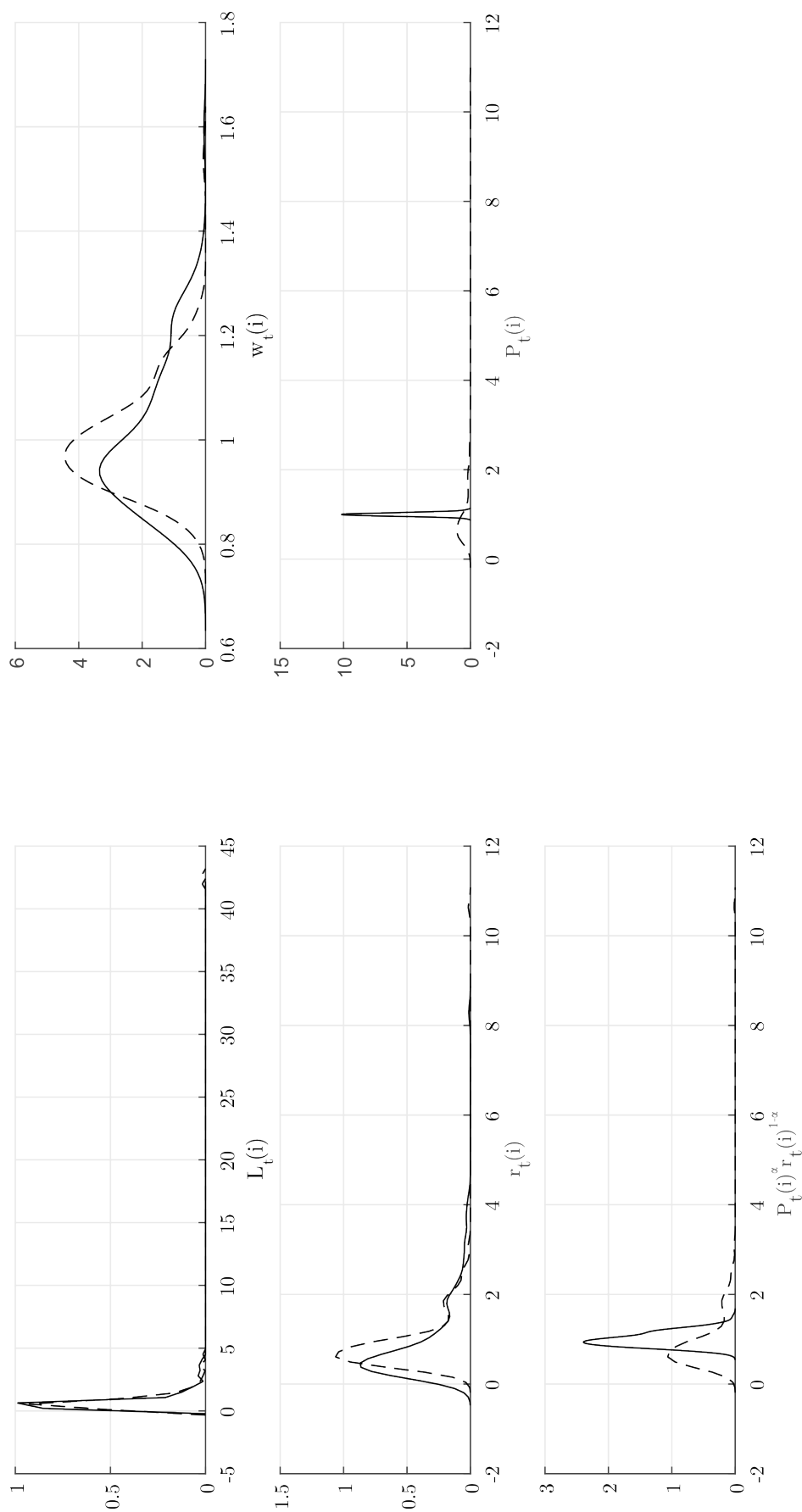
	Átlag	Szórás	Min	Max	P25	P50	P75
$g_t^\lambda(i)$	0,768	0,167	0,135	1,251	0,677	0,767	0,876
$\log w_t(i)$	-0,692	0,191	-1,092	-0,082	-0,840	-0,686	-0,575
$\log L_t(i)$	9,618	0,775	8,242	13,919	9,115	9,534	9,925
Kontrollváltozók:							
Munkanélküliségi arány (%)	8,866	4,153	1,778	24,476	5,742	8,041	11,710
Fiatalok aránya (18 év alatt) (%)	21,586	2,250	17,044	28,441	19,859	21,172	22,841
Idősek aránya (65 év felett) (%)	19,976	2,146	13,578	26,306	18,611	19,888	21,460
Eszközarányos nyereség	0,117	0,240	-2,661	2,233	0,053	0,105	0,162
Sajáttőke-arányos nyereség	0,104	0,306	-3,532	3,600	0,055	0,097	0,140

Megjegyzés: Saját számítás a NAV SZJA és a KSH TSTAR adatai alapján. P25, P75 az alsó és felső kvartiliseket, P50 pedig a mediánt jelöli.

B.1. ábra. Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei a benchmark modellben



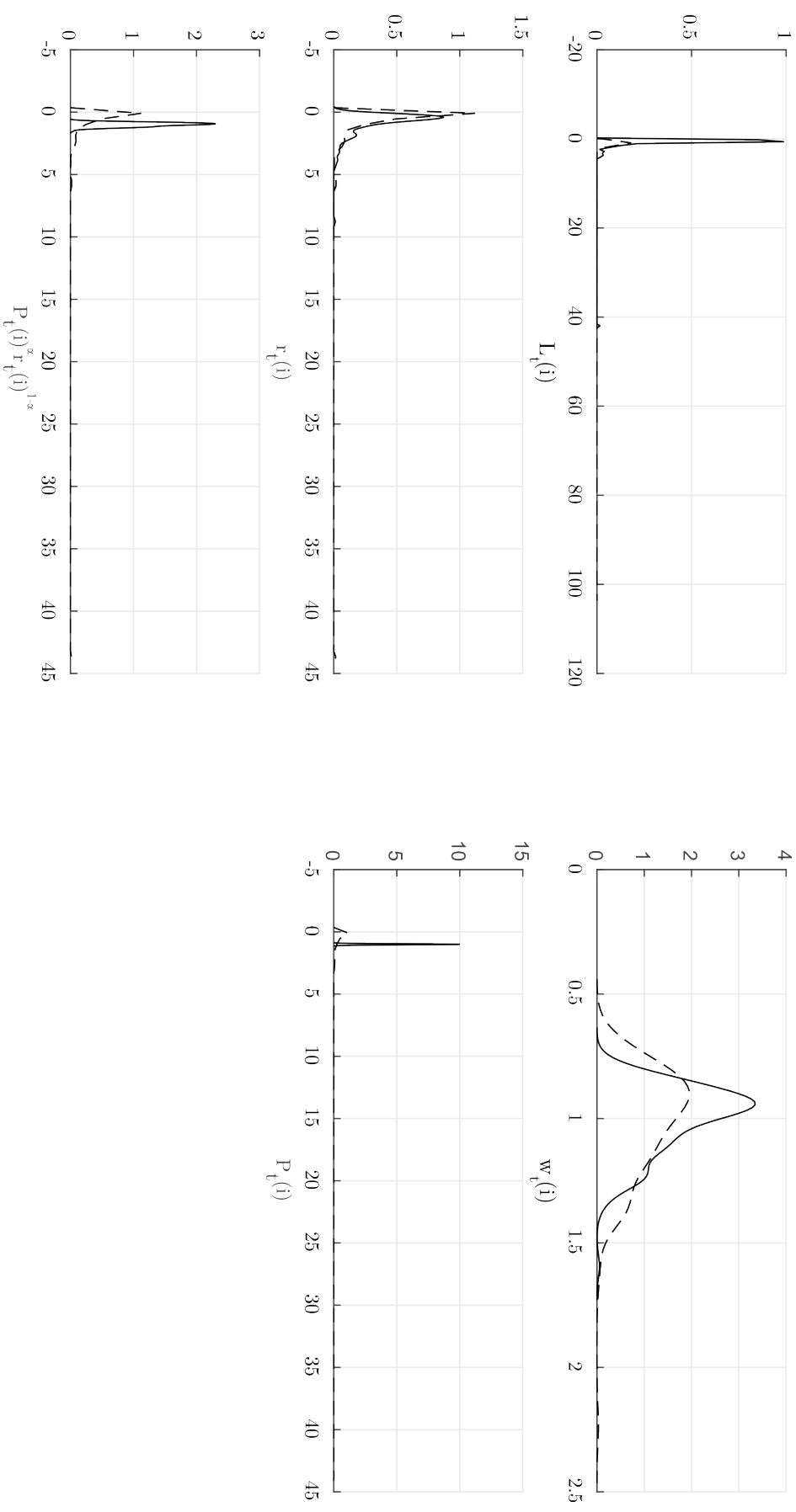
Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. A vízszintes tengelyen az országos átlaghoz normált változók találhatók. A normál kernel sávszélességi paraméterének meghatározása a Silverman-féle (1986) hűvelykijátszabály alapján történt.



B.2. ábra. Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei $\eta = 0$ mellett

Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. A vízszintes tengelyen az országos átlaghoz normált változók találhatók. A normál kernel sávszélességi paraméterének meghatározása a Silverman-féle (1986) hüvelykujszabály alapján történt.

B.3. ábra. Az előrejelzett változók kernel-sűrűségfüggvényei $\eta = \infty$ mellett



Megjegyzés: Saját számítás és szerkesztés. A vízszintes tengelyen az országos átlaghoz normált változók találhatók. A normál kernel sávszélességi paraméterének meghatározása a Silverman-féle (1986) hűvelőkijeszabály alapján történt.

Összefoglalás

Doktori értekezésem a regionális növekedés kérdését járja körül a hazai gazdaságföldrajzi munkáktól eltérő, modellező szemlélettel. Noha az endogén regionális növekedés vizsgálatának több évtizedre visszanyúló hagyománya van, a térbeli és időbeli dimenzió együttes megjelenítése a formalizált modellekben komoly kihívást jelent. Dolgozatomban erre a problémára javaslok megoldást egy olyan térbeli növekedési modell bemutatásán és alkalmazásán keresztül, ami a vállalatok innovációs döntéseire alapozva endogén módon magyarázza a régiók növekedését. A társadalmi térkapcsolatok és az agglomerációs gazdaság előnyei a modell integratív részét képezik és fontos szerepet játszanak a növekedés magyarázatában. Az általam javasolt modell több olyan újítást és praktikus egyszerűsítést tartalmaz, ami hozzájárul a térbeli növekedés folyamatának mélyebb megértéséhez. Az endogén térbeli növekedést olyan monopolisztikusan versenyző vállalatok mellett vizsgálom, melyek egyszerre hoznak döntést termékeik áráról és minőségéről. A régiók növekedésének motorja a vállalati termékinnováció, melyet a helyi választék bővüléséből származó dinamikus agglomerációs hatások és az interregionális tudástranszfer egyaránt befolyásolnak. A modell megoldható zárt alakban, ami alkalmassá teszi regionális szintű előrejelzések készítésére, vagy adott esetben hatásvizsgálatok lefolytatására. Ennek illusztrálására előrejelzést készítettem a hazai területi egyenlőtlenségek két évtized múlva várható szintjéről. A kalibrált modell előrejelző-képességét valós adatokon validáltam, majd többféle paraméter-kombináció mellett végeztem el az előrejelzést. Eredményeim szerint, ha a gazdaságot nem érintik térség-specifikus hatásokkal járó exogén sokkhatások, a foglalkoztatási térszerkezet további koncentrálódása, de a jövedelmi különbségek csökkenése várható Magyarországon 2037-ig. A főváros és vonzáskörzete marad a gazdaság abszolút centruma, a központ-periféria megosztottság erősödik, de a keleti országrész lassú felzárkózásával a vidéken belüli egyenlőtlenségek csökkennek. Az eltérő paraméter-kombinációkkal lefutott fejlődési forgatókönyvek alapján a tudásáramlás földrajzi korlátainak lebontása nem befolyásolja érdemben a térszerkezetet, a vállalatok adaptációs képességének fejlesztése azonban komoly szerepet játszhat a leszakadó térségek felzárkóztatásában. A vállalati tudástranszfer befogadó oldali hatékonyságának kiegyenlítő hatását a dinamikus agglomerációs externáliák ellensúlyozzák, melyek a népesebb térségeket hozzák kedvezőbb helyzetbe. Az agglomerációs előnyök hirtelen eltűnése hosszú távon az urbanizált centrumok visszaesését okozná.

Summary

My PhD dissertation discusses the subject of regional growth using a distinctive modelling approach compared to previous Hungarian studies in economic geography. Although the analysis of endogenous regional growth has a long-standing tradition going back decades, the joint introduction of the spatial and temporal dimensions in formalized models keeps to be a serious challenge. In this work, I propose a solution to this problem by introducing a dynamic spatial model which explains regional growth by the endogenous innovation decisions of producers. Spatial interactions and the benefits of agglomeration economies are both parts of the model and play important roles in the explanation of regional growth. The proposed model contains numerous conceptual novelties and some practical simplifications which might contribute to the deeper understanding of spatial growth dynamics. Endogenous spatial growth is analyzed by assuming monopolistically competitive firms who take the demand curve as given and set their prices and the quality of their products accordingly. Ongoing product innovation affected by dynamic agglomeration effects stemming from local variety and interregional knowledge flows, is considered as the primary source of the endogenous growth process. The model has a closed-form solution which makes it capable to serve as a forecasting tool or a structural framework for policy evaluations. To illustrate its practical applicability, I used the model to forecast the prospective extent of spatial inequalities in Hungary (in terms of labour supply, income and also the costs of living). The calibrated model was validated using real world data. During the forecasting exercise various parameter combinations were considered in order to depict alternative growth scenarios. According to my results, if the economy is not hit by external shocks with region-specific labour market effects the spatial concentration of employment will go on till 2037, but income differences will narrow. Budapest with its commuting zone keeps to be the absolute centre of the economy. Although the divide between the capital city and the rest of the country will be amplified, spatial differences within the countryside are expected to be smaller as the eastern part of the country starts to catch up. The comparison of alternative forecasting scenarios based on different parameter combinations suggests that pulling down the remaining spatial impediments of knowledge flows is not able to affect the spatial structure considerably. Improving the adaptation capacity of firms might, however, play an important role in facilitating growth in backward regions. The equalizing effect of efficient knowledge adaptation is countervailed by dynamic agglomeration externalities which put urbanized regions into favourable positions. The sudden disappearance of these benefits would lead to the throw-back of urbanized regions in the long-run.

ADATLAP

a doktori értekezés nyilvánosságra hozatalához*

I. A doktori értekezés adatai

A szerző neve: **Czaller László**

MTMT-azonosító: **10037327**

A doktori értekezés címe és alcíme: **Agglomeráció és endogén térbeli növekedés**

DOI-azonosító46: **10.15476/ELTE.2020.043**

A doktori iskola neve: **ELTE Földtudományi Doktori Iskola**

A doktori iskolán belüli doktori program neve: **Földrajz-Meteorológia Program**

A témavezető neve és tudományos fokozata: **Dr. Nemes Nagy József DSc**

A témavezető munkahelye: **ELTE Regionális Tudományi Tanszék**

II. Nyilatkozatok

1. A doktori értekezés szerzőjeként

a) hozzájárulok, hogy a doktori fokozat megszerzését követően a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban. Felhatalmazom a Természettudományi kar Dékáni Hivatali Doktori, Habilitációs és Nemzetközi Ügyek Csoportjának ügyintézőjét, hogy az értekezést és a téziseket feltöltse az ELTE Digitális Intézményi Tudástárba, és ennek során kitöltse a feltöltéshez szükséges nyilatkozatokat.

b) kérem, hogy a mellékelt kérelemben részletezett szabadalmi, illetőleg oltalmi bejelentés közzétételéig a doktori értekezést ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;

c) kérem, hogy a nemzetbiztonsági okból minősített adatot tartalmazó doktori értekezést a minősítés (dátum) ig tartó időtartama alatt ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;

d) kérem, hogy a mű kiadására vonatkozó mellékelt kiadó szerződésre tekintettel a doktori értekezést a könyv megjelenéséig ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban, és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban csak a könyv bibliográfiai adatait tegyék közzé. Ha a könyv a fokozatszerzést követően egy évig nem jelenik meg, hozzájárulok, hogy a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban.

2. A doktori értekezés szerzőjeként kijelentem, hogy

a) az ELTE Digitális Intézményi Tudástárba feltöltendő doktori értekezés és a tézisek saját eredeti, önálló szellemi munkám és legjobb tudomásom szerint nem sértem vele senki szerzői jogait;

b) a doktori értekezés és a tézisek nyomtatott változatai és az elektronikus adathordozón benyújtott tartalmak (szöveg és ábrák) mindenben megegyeznek.

3. A doktori értekezés szerzőjeként hozzájárulok a doktori értekezés és a tézisek szövegének plágiumkereső adatbázisba helyezéséhez és plágiumellenőrző vizsgálatok lefuttatásához.

Kelt: 2020. március 19.

.....
a doktori értekezés szerzőjének aláírása